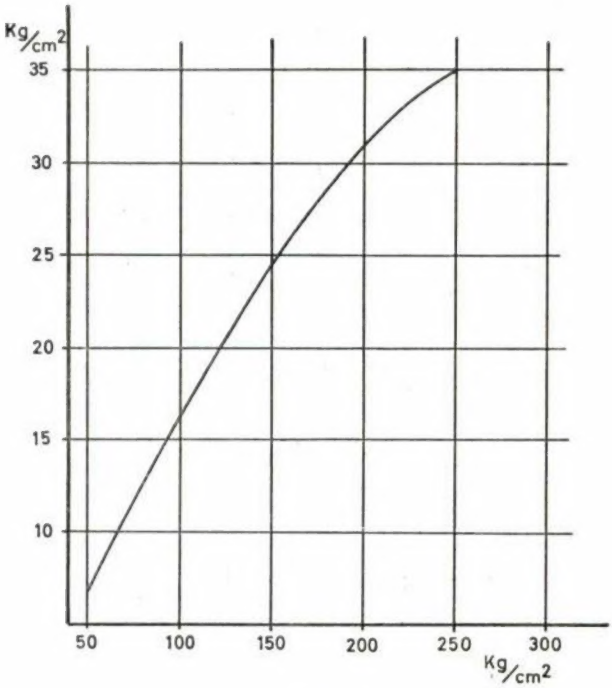


Fig. 40

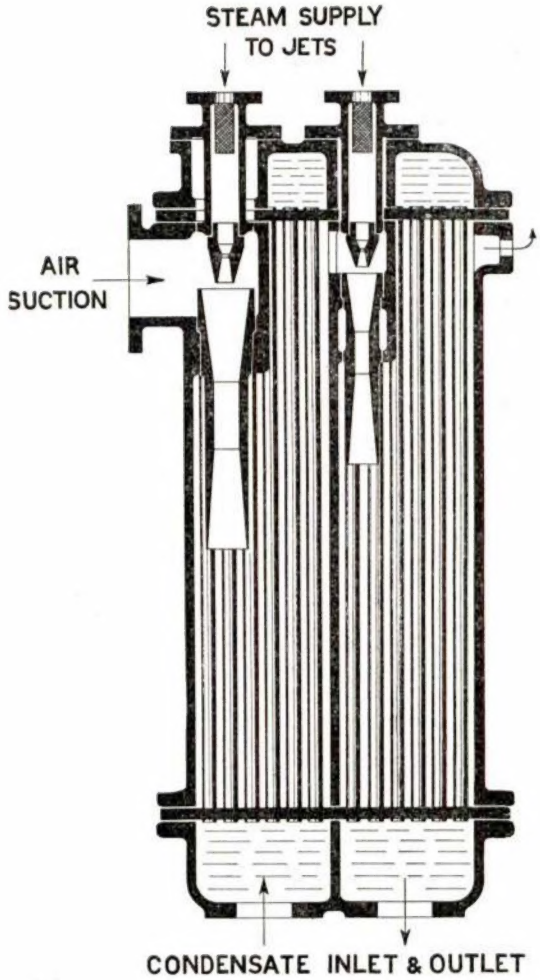


Fig. 41

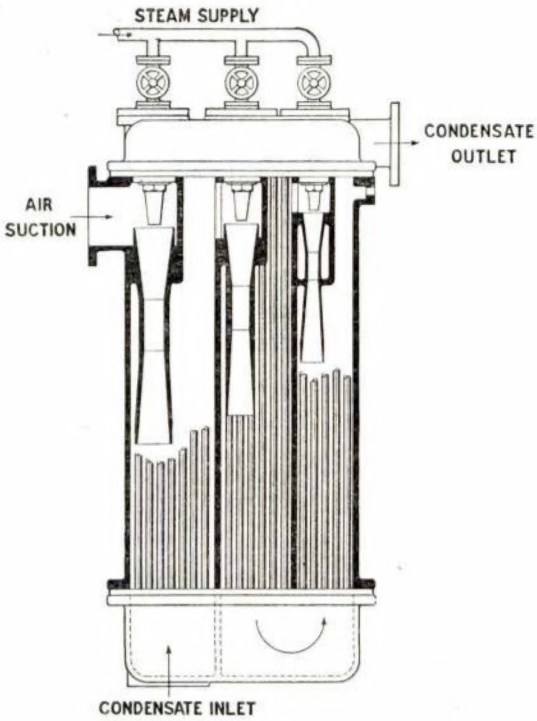


Fig. 42

no condensador 0,03 Kg/cm² a que corresponde uma temperatura da água condensada de 23,79 g/cm², isto é, um «écart» de cerca de 12°.

Para água de torres de refrigeração toma-se como temperatura da água 25° C a que corresponde um vazio de 0,06 kg/cm² e portanto uma temperatura de água condensada de 35,84° e portanto pouco mais ou menos o mesmo «ecart» da temperatura.

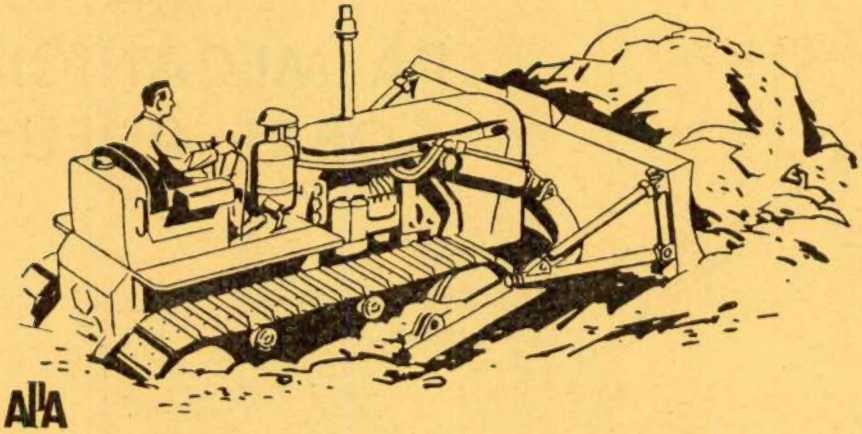
A estes grandes vazios a quantidade *r* de calor a tirar ao vapor para que ele se condense é muito grande. São assim vulgares consumos de água de 70 a 100 vezes o consumo de vapor isto 70 kg a 100 kg de água de refrigeração por cada 1 kg do vapor a condensar.

A colocação da Central e seu desnível em relação ao mar e a necessidade de obstar ao aparecimento de animais ou algas nos tubos de aspiração obrigam a que se tomem grandes precauções no estabelecimento das condutas de aspiração por ser corrente perderem se nas condições de refrigeração muitas vezes maiores percentagens de rendimento de que o que se ganha no aumento da pressão.

O local de aspiração deste grande volume de água de circulação e a filtragem deve ser objecto de estudos conscenciosos sendo talvez de aconselhar afastar o esgoto da tomada da água não

CATERPILLAR*

TRACTORES DE RASTO E DE RODAS • PÁS MECÂNICAS (TRAXCAVATORS*) DE RASTO E DE RODAS • ESCARIFICADORES • BULLDOZERS SCRAPERS • MOTONIVELADORAS



MOTORES INDUSTRIAIS
GRUPOS ELECTROGÉNEOS
MOTORES MARÍTIMOS
ASSISTÊNCIA
PEÇAS SOBRESSALENTES
REPARAÇÕES

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS EM
PORTUGAL, ILHAS ADJACENTES, CABO VERDE E GUINÉ

STET

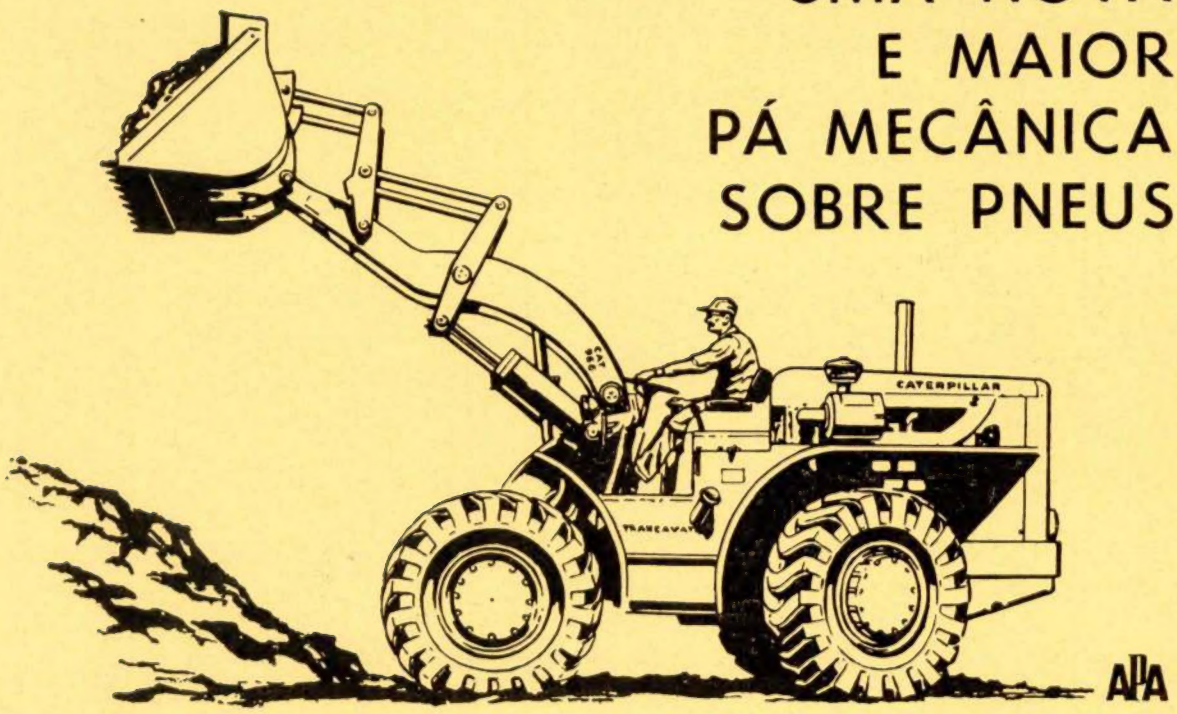
SOCIEDADE TECNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, LDA.

SEDE PROVISÓRIA: AV. DE MADRID, 3 - B – LISBOA 1
TELEFS.: 72 40 53 (P P C /A), 71 06 20 – TELEGS.: STETRA

* «CATERPILLAR» E «TRAXCAVATOR» SÃO MARCAS REGISTADAS DE CATERPILLAR TRACTOR CO.

CATERPILLAR*

APRESENTA UMA NOVA E MAIOR PÁ MECÂNICA SOBRE PNEUS



TRAXCAVATOR*

2 3/4 JARDAS CÚBICAS

966

MANOBRA	fácil e rápida, com caixa de velocidades servo-comandada, sistema «power shift»
BALDE	com inclinação automática
POTENCIA	140 HP com motor CATERPILLAR Diesel turbo-alimentado
ESTABILIDADE	perfeita, mesmo com o balde carregado e com o alcance máximo de 1,50 m
SEGURANÇA	braços de comando do balde deixando sempre livre o acesso ao lugar do operador

STET

SOCIEDADE TECNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, LDA.

SEDE PROVISÓRIA: AV. DE MADRID, 3-B – LISBOA 1
TELEFS.: 724053 (P P C/A), 710620 – TELEGS.: STETRA

*«CATERPILLAR» E «TRAXCAVATOR» SÃO MARCAS REGISTADAS DE CATERPILLAR TRACTOR CO.

por causa da temperatura mas pelo aumento da fauna e flora marítima que o desaguar duma tão grande massa de água quente certamente provocará.

Um outro ponto importante nas instalações da pressão é conteúdo máximo do oxigénio contido na água da alimentação que tem como limite superior

$$0{,}035^{cm3}/_{litro}$$

Este número, tão excessivamente baixo, é mesmo assim nalgumns instalações levado a

$$0{,}004^{cm3}/_{litro}$$

o que implica a impossibilidade de empregar nos condensadores bujões de empanque e antes obriga a mandrilar todos os tubos nas chapas tubulares e algumas vezes a soldar os tubos.

Como há necessidade de aproveitar a máxima temperatura da água de condensação arrefece-se esta só do necessário para se obter água à temperatura do vapor e em seguida arrefece-se o ar

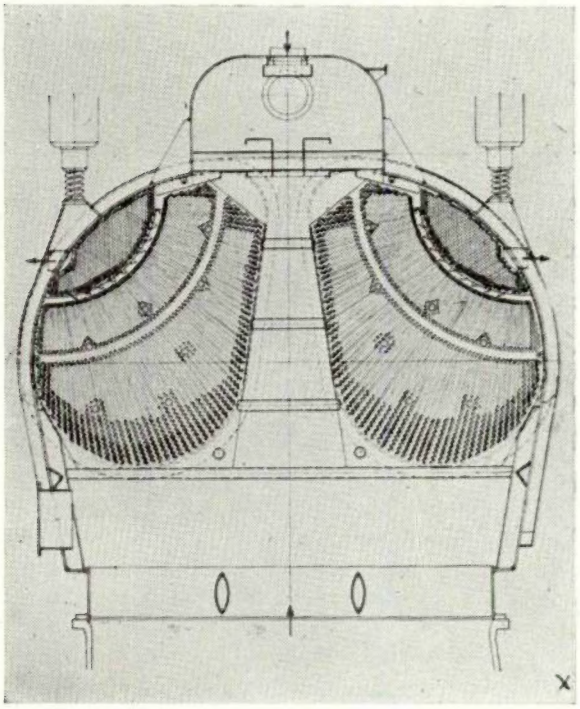


Fig. 43

em separado no condensador com uma ou duas zonas de tubos a isso destinadas.

O condensador toma assim maiores dimensões; projectou-se um condensador de 4300 m² e um outro de 6930 m² dispostos para serem colocados logo por baixo da turbina para que a pressão se transmita com o mínimo de perdas à turbina.

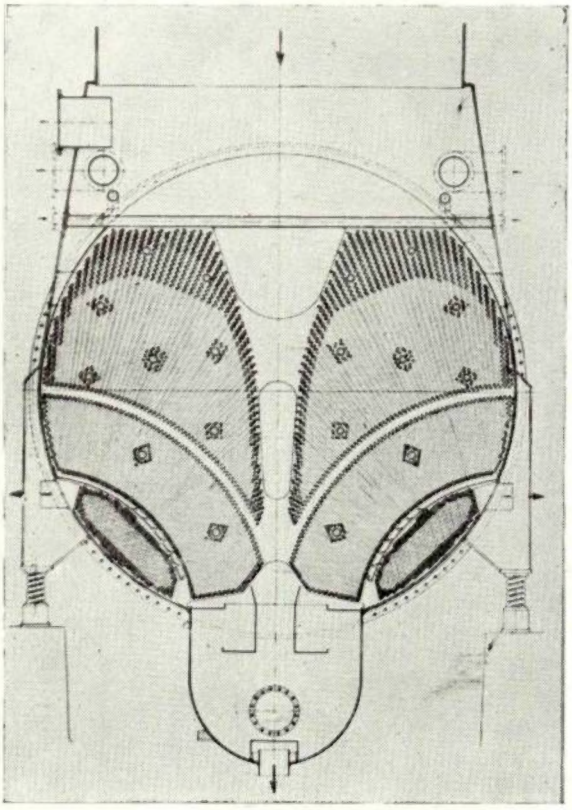


Fig. 44

* * *

Em geral com um arrefecimento do ar de 5 °C abaixo de temperatura de condensação do vapor, a mistura que se terá nos locais de aspiração do ar e de 2/3 de vapor e 1/3 do ar que é aspirada em geral por injectores de vapor que para estas depressões são em geral 2 ou 3 em série com respectivos condensadores.

Estão assim resumidamente indicados os condicionamentos que acompanham o emprego do vapor de alta pressão nas turbinas de vapor.

CONFERÊNCIA MUNDIAL DA ENERGIA

A pedido da Comissão Nacional Portuguesa informamos que está já em fase adiantada de preparação a 6.ª Reunião Plenária da Conferência Mundial de Energia que se realizará em Melbourne de 22 a 26 de Outubro de 1962, subordinada ao tema: «Aspectos novos no domínio da Energia». Funcionarão 5 secções:

Secção I — Fontes Energéticas

Secção II — Produção e Melhoramento das Fontes Primárias de Energia:

- II.1 — Combustíveis sólidos
- II.2 — Combustíveis líquidos
- II.3 — Combustíveis gasosos
- II.4 — Combustíveis nucleares

Secção III — Transformação da Energia Primária em Energia Secundária e Transporte de Energia:

- III.1 — Energia hidráulica
- III.2 — Energia nuclear
- III.3 — Combustíveis sólidos
- III.4 — Combustíveis líquidos
- III.5 — Combustíveis gasosos
- III.6 — Energia geotérmica
- III.7 — Energia solar
- III.8 — Energia eólica
- III.9 — Outras formas de energia

Secção IV — Utilização das Energias Primária e Secundária:

- IV.1 — Industrial
- IV.2 — Comercial
- IV.3 — Transportes
- IV.4 — Rural
- IV.5 — Residencial e geral

Secção V — Cômputo económico das diversas fontes de energia.

Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem

Satisfazendo o pedido desta Comissão feito por intermédio da Comissão Nacional Portuguesa informamos que está à venda a publicação «The ICID Bibliography on Irrigation, Draínage, River Training and Flovd Control» ao preço de Rs. 5,00 (cinco rupías indianas) cada exemplar.

Os pedidos devem ser feitos por intermédio da Comissão Nacional Portuguesa (M.O.P.), acompanhados dum cheque do correspondente valor, pagável à ordem da «The International Comission on Irrigation and Drainage».

541.1.124.2
C. D. U. 546.733-31
546.743-31

Valores de funções termodinâmicas de formação dos sesquióxidos de cobalto e de níquel. Métodos de determinação propostos.

PELO ENG.º QUÍMICO-INDUSTRIAL CARLOS DE SOUSA AMARO MARTINS
Assistente do I. S. T.

Não tendo encontrado nas tabelas os valores das funções termodinâmicas de formação dos sesquióxidos[1] de cobalto (óxido de cobalto (III), óxido cobáltico[2]) e de níquel (óxido de níquel (III), óxido niquélico[2]), propus-me fazer uns cálculos simples de tais valores e divulgá-los através da nossa revista.

1 — ENTALPIA [3]

1.1 — O ferro, o cobalto e o níquel têm configurações electrónicas muito semelhantes, do mesmo tipo, e as propriedades físicas e químicas destes metais de transição (do VIII grupo, subgrupo (a), período 4, do quadro periódico) são análogas. Deste modo, admitimos que os valores da variação da entalpia normal das reacções de hidratação dos respectivos sesquióxidos têm a mesma ordem de grandeza. Como estes valores são relativamente pequenos (secção 1.1.3), serão muito pequenos os erros absolutos resultantes de supor a sua igualdade.

1.1.1 — As equações destas reacções de hidratação[4] escrevem-se:

a) $O_3Fe_2\,(c) + 3\,OH_2\,(l) = 2\,(OH)_3Fe\,(c)$

b) $O_3Co_2\,(c) + 3\,OH_2\,(l) = 2\,(OH)_3Co\,(c)$

c) $O_3Ni_2\,(c) + 3\,OH_2\,(l) = 2\,(OH)_3Ni\,(c)$

1.1.2 — Os valores da entalpia normal de formação, a 1 atm. e 25 °C, que se encontram nas tabelas, são os seguintes:

$$\Delta H^\circ_{(OH)_3Fe\,(c)} = -\,197{,}3 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$
$$\Delta H^\circ_{O_3Fe_2\,(c)} = -\,198{,}5 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$
$$\Delta H^\circ_{(OH)_3Co\,(c)} = -\,177{,}0 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$
$$\Delta H^\circ_{(OH)_3Ni\,(c)} = -\,163{,}2 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$
$$\Delta H^\circ_{OH_2\,(l)} = -\,68{,}3174 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$

1.1.3 — O valor da variação da entalpia normal da reacção de hidratação total[4] de 1 mole de

---

(1) Também chamados trióxidos.

(2) Geralmente, reservam-se as designações de óxido cobáltico e de óxido niquélico para os compostos não estequiométricos, soluções sólidas de dióxidos e monóxidos respectivos.

(3) Em Portugal, a entalpia dum sistema é muito conhecida por *função térmica* (a melhor designação, inclusivamente para maior clareza).

(4) Para completar a definição do estado normal (estado tipo ou de referência) das várias substâncias, as tabelas indicam as fórmulas que adoptámos. É evidente que não interessa à resolução destes problemas saber se estas reacções se podem realizar ou não, na prática.

sesquióxido de ferro, segundo a equação da secção 1.1.1. (a), será:

$2\,(OH)_3\,Fe$	$-394{,}6$ kcal.
$3\,OH_2$	$+204{,}95$ kcal.
$O_3\,Fe_2$	$+198{,}5$ kcal.
	$\Delta H^o = +8{,}9$ kcal.

1.1.4 — Para o sesquióxido de cobalto, teremos:

$2\,(HO)_3\,C_o$	$-354{,}0$ kcal.
$3\,OH_2$	$+204{,}95$ kcal.
$O_3\,C_{o2}$	x
	$\Delta H^o = -149{,}05 + x$ kcal. $= 8{,}9$ kcal.

donde,

$$x = +158{,}0 \text{ kcal.}$$

Logo, a entalpia normal de formação do sesquióxido de cobalto, a 1 atm. e 25°C, é

$$\Delta H^o_{O_3Co_2(c)} \simeq -158{,}0 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$

1.1.5 — Relativamente ao sesquióxido de níquel, será:

$2\,(OH)_3\,Ni$	$-326{,}4$ kcal.
$3\,OH_2$	$+204{,}95$ kcal.
$O_3\,Ni_2$	y
	$\Delta H^o = -121{,}45 + y$ kcal. $= 8{,}9$ kcal.

donde,

$$y = +130{,}35 \text{ kcal.} \simeq +130{,}4 \text{ kcal.}$$

Portanto, a entalpia normal de formação do sesquióxido de níquel, a 1 atm. e 25°C, é

$$\Delta H^o_{O_3Ni_2(c)} \simeq -130{,}4 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$

2 — ENERGIA LIVRE[1] (ENTALPIA LIVRE), FUNÇÃO G (FUNÇÃO DE GIBBS)

2.1 — Para a determinação dos valores da energia livre normal de formação, baseamo-nos em ser igual (secção 1.1) a 19,4 kcal. (mole)$^{-1}$ (p = 1 atm., t = 25°C) (secção 2.1.1) a diferença entre a energia livre e a entalpia normais de formação daqueles sesquióxidos sólidos (cristais), a qual é directamente proporcional à entropia normal de formação (secção 4.1).

---

(1) Desde há muitos anos, a *energia livre* dos sistemas *a pressão e temperatura constantes* é designada, em Portugal, por *potencial termodinâmico,* visto que para estes sistemas apresenta todas as características dum potencial, como se infere da condição geral de equilíbrio dum sistema a pressão e temperatura constantes: $(\partial G)_{pT} = 0$; e chama-se *função caracteristica dos sistemas a pressão e temperatura constantes.* Este potencial termodinâmico já era representado, entre nós, pelo símbolo *G,* agora adoptado internacionalmente. Não se confunda esta *função G,* com a *grandeza A (Arbeit),* A = U — TS, também *função de estado,* denominada *energia livre* por H. von *Helmholtz* e por ele representada pelo símbolo *F, (Frei),* hoje internacionalmente recomendado para esta grandeza. A *função F* é, duma maneira análoga, a *função caracteristica dos sistemas a volume e temperatura constantes.* Ainda, anàlogamente, para as outras *funções de estado:*
a energia interna, U, é a *função caracteristica dos sistemas a volume e entropia constantes;*

2.1.1 — É curioso notar que, além do sesquióxido de ferro, alguns sesquióxidos apresentam uma diferença análoga; segundo os cálculos feitos a partir dos dados das tabelas (1) e (2), para 1 atm. e 25 °C, expressos em kcal. (mole)$^{-1}$, temos:

O_3V_2 : 19; O_3Cr_2 : 19,5; O_3Mn_2 : 19,6; O_3Fe_2 : 19,4; O_3Rh_2 : 18,3; As_2O_3 : 19,3; Sb_2O_3 : 19,4; Bi_2O_3 : 19,2; O_3Ti_2 : 21; B_2O_3 : 19,1; O_3Al_2 : 19,32; O_3Ga_2 : 20,8; O_3In_2 : 22; O_3La_2 : 31,1; O_3Pr_2 : 21,4; O_3Nd_2 : 21,4; O_3K_2 : 25; O_3Rb_2 : 24,3; O_3Cs_2 : 25,1; e O_3Au_2 : — 19,7.

2.1.2 — A partir do que dissemos na secção 2.1 e dos valores obtidos nas 1.1.4 e 1.1.5, a energia livre normal de formação do sesquióxido de cobalto e do sesquióxido de níquel, a 1 atm. e 25 °C, será respectivamente:

$$\Delta G^{o}_{O_3Co_2(c)} \simeq -158{,}0 + 19{,}4 \text{ kcal. (mole)}^{-1} \simeq -139 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$

e

$$\Delta G^{o}_{O_3Ni_2(c)} \simeq -130{,}4 + 19{,}4 \text{ kcal. (mole)}^{-1} \simeq -111 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$

3 — ENERGIA INTERNA

3.1 — Considerando o oxigénio um gás perfeito (ideal) a 1 atm. e 25 °C, a energia interna normal de formação dos sesquióxidos será:

$$\Delta U^{o} = \Delta H^{o} + 0{,}89 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$

obtida de

$$\Delta U^{o} = \Delta H^{o} - R\,T\,\Delta n$$

e de

$$\Delta H^{o} = \Delta U^{o} + p\,\Delta v$$

com

$$p\,\Delta v = R\,T\,\Delta n$$

3.1.1 — Os erros eventualmente cometidos nas determinações dos valores da entalpia normal de formação dos sesquióxidos serão, possìvelmente, superiores a 0,89 kcal. (mole)$^{-1}$. Assim, este pequeno valor seria desprezável no cálculo de energia interna normal de formação.

3.1.1.1 — Contudo, a energia interna normal de formação dos sesquióxidos de cobalto e de níquel, a 1 atm. e 25 °C, valerá, respectivamente:

$$\Delta U^{o}_{O_3\,o_2(c)} = -157 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$

$$\Delta U^{o}_{O_3Ni_2(c)} = -129 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$

---

a entropia, S, é a *função caracteristica dos sistemas a volume e energia interna constantes;*
a entalpia, H, é a *função caracteristica dos sistemas a pressão e entropia constantes.*

Relacionado com estas funções características, define-se o *potencial químico* μ_i dum constituinte *i* numa dada fase dum sistema por uma das seguintes equações:

$$\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{P,T,n_j} = \left(\frac{\partial F}{\partial n_i}\right)_{V,T,n_j} = \left(\frac{\partial U}{\partial n_i}\right)_{V,S,n_j} = \left(\frac{\partial H}{\partial n_i}\right)_{P,S,n_j}$$

sendo, n_i o número de moles do constituinte *i* e n_j o número de moles de todos os outros constituintes *j* do sistema. O potencial químico é, pois, uma grandeza molar parcial.

Concluimos que, dentre todas as funções termodinâmicas de formação química das substâncias, *a pressão e temperatura constantes,* único caso tratado neste artigo, a única que é uma função característica é a função G, isto é a energia livre: $G = U - TS + PV$; e, nestas condições, vem: $dG = dU - TdS + PdV$ ou $\Delta G = \Delta U - T\Delta S + P\Delta V$. Esta função de Gibbs tem o símbolo *F* nas tabelas (1) e (2) que consultámos, prestando-se a confusões com a grandeza *A*, anteriormente citada. Por isso, o símbolo *A* seria o preferível.

4 — ENTROPIA DE FORMAÇÃO

4.1 — Da equação de definição da energia livre de um sistema:

$$G = U - TS + p\,v$$

vem

$$G = H - TS$$

fazendo

$$H = U + p\,v$$

e, para uma transformação a temperatura constante (sendo, no entanto, suficiente que as temperaturas, inicial e final do sistema, sejam iguais), é

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Daqui, com os valores da secção 2.1, resulta:

$$-298{,}16\,\Delta S^{o} = 19{,}4 \text{ kcal. (mole)}^{-1}$$

e as entropias normais de formação daqueles sesquióxidos, a 1 atm. e 25° C, serão iguais (1.1, 2.1 e 2.1.1)

$$\Delta S^{o}_{O_3 Fe_2 (c)} \simeq \Delta S^{o}_{O_3 Co_2 (c)} \simeq \Delta S^{o}_{O_3 Ni_2 (c)} \simeq -65{,}1 \text{ cal. } (^{o}K)^{-1} (mole)^{-1}$$

5 — ENTROPIA

5.1 — Nas tabelas [2], encontram-se os seguintes valores da entropia, a 1 atm. e 25° C, expressos: m cal. $(^{o}K)^{-1}$ $(mole)^{-1}$:

$$S^{o}_{O_2 (g)} = 49{,}003 \text{ U.E. (mole)}^{-1}$$
$$S^{o}_{Fe (c)} = 6{,}49 \text{ U.E. (mole)}^{-1}$$
$$S^{o}_{Co (c)} = 6{,}8 \text{ U.E. (mole)}^{-1}$$
$$S^{o}_{Ni (c)} = 7{,}2 \text{ U.E. (mole)}^{-1}$$
$$S^{o}_{O_3 Fe2 (c)} = 21{,}5 \text{ U.E. (mole)}^{-1}$$

A entropia do sesquióxido de ferro, do sesquióxido de cobalto e do sesquióxido de níquel, será, de cada um, respectivamente, tal que:

a) $\Delta S^{o}_{O_3 Fe_2 (c)} = S^{o}_{O_3 Fe_2 (c)} - \frac{3}{2} S^{o}_{O_2 (g)} - 2\,S^{o}_{Fe (c)}$

substituindo os valores anteriores, nesta equação, vem

$$\Delta S^{o}_{O_3 Fe_2 (c)} = 65 \text{ cal. } (^{o}K)^{-1} (mole)^{-1}$$

valor este, da entropia normal de formação do sesquióxido de ferro, pràticamente igual ao proposto na secção 4.1;

b) $\Delta S^{o}_{O_3 Co_2 (c)} = S^{o}_{O_3 Co_2 (c)} - \frac{3}{2} S^{o}_{O_2 (g)} - 2\,S^{o}_{Co (c)}$

donde resulta que a entropia do sesquióxido de cobalto, a 25°C e 1 atm., vale

$$S^{o}_{O_3 Co_2 (c)} = 22{,}0 \text{ cal. } (^{o}K)^{-1} (mole)^{-1}$$

c) anàlogamente, obtemos a entropia do sesquióxido de níquel, a 1 atm. e 25°C:

$$S^{o}_{O_3 Ni_2 (c)} = 22{,}8 \text{ cal. } (^{o}K)^{-1} (mole)^{-1}$$

5.2 — Confrontemos estes valores calculados com os que resultam da aplicação do método de Latimer [2], para a determinação dos valores mais prováveis da entropia:

a) para o sesquióxido de cobalto, é

$$3\,O^{=} \qquad 1{,}5$$

$$2\,Co^{+++} \qquad 21{,}2$$

$$S^{o}_{O_3\,Co_2\,(c)} = 22{,}7 \text{ cal. } (^{o}K)^{-1}\,(\text{mole})^{-1}$$

e, com a precisão indicada por Latimer, pode escrever-se o valor mais provável da entropia do sesquióxido de cobalto:

$$S^{o}_{O_3\,Co_2\,(c)} = (22{,}7 \pm 0{,}6) \text{ cal. } (^{o}K)^{-1}\,(\text{mole})^{-1}$$

comparável com 22,0 cal. $(^{o}K)^{-1}$ $(\text{mole})^{-1}$, resultado da secção 5.1 (b);

b) para o sesquióxido de níquel, vem

$$3\,O^{=} \qquad 1{,}5$$

$$2\,Ni^{+++} \qquad 21{,}0$$

$$S^{o}_{O_3\,Ni_2\,(c)} = (22{,}5 \pm 0{,}6) \text{ cal. } (^{o}K)^{-1}\,(\text{mole})^{-1}$$

e, neste intervalo, fica compreendido o valor calculado anteriormente na secção 5.1 (c):

$$S^{o}_{O_3\,Ni_2\,(c)} = 22{,}8 \text{ cal. } (^{o}K)^{-1}\,(\text{mole})^{-1}$$

6 — VALORES DAS FUNÇÕES TERMODINÂMICAS DA FORMAÇÃO NORMAL DOS SESQUIÓXIDOS DE COBALTO E DE NÍQUEL

6.1 — Os resultados expressos com uma precisão provável da ordem de 10^{-2}, constam do seguinte quadro:

FUNÇÃO	VALORES ($p = 1$ atm, $t = 25^{o}C$)	
	$O_3\,Co_2$ (c)	$O_3\,Ni_2$ (c)
ΔG^{o}	-139 kcal. $(\text{mole})^{-1}$	-111 kcal. $(\text{mole})^{-1}$
ΔH^{o}	-158 kcal. $(\text{mole})^{-1}$	-130 kcal. $(\text{mole})^{-1}$
ΔU^{o}	-157 kcal. $(\text{mole})^{-1}$	-129 kcal. $(\text{mole})^{-1}$
$\Delta A^{o} = \Delta F^{o} = \Delta U^{o} - T\Delta S^{o}$	-138 kcal. $(\text{mole})^{-1}$	-110 kcal. $(\text{mole})^{-1}$
$T\Delta S^{o}$	$-19{,}4$ kcal. $(\text{mole})^{-1}$	$-19{,}4$ kcal. $(\text{mole})^{-1}$
ΔS^{o}	$-65{,}1$ cal. $(^{o}K)^{-1}$ $(\text{mole})^{-1}$	$-65{,}1$ cal. $(^{o}K)^{-1}$ $(\text{mole})^{-1}$
S^{o}	$+22{,}0$ cal. $(^{o}K)^{-1}$ $(\text{mole})^{-1}$	$+22{,}8$ cal. $(^{o}K)^{-1}$ $(\text{mole})^{-1}$
$q_p = -\Delta H^{o}$	$+158$ kcal. $(\text{mole})^{-1}$	$+130$ kcal. $(\text{mole})^{-1}$
$q_v = -\Delta U^{o}$	$+157$ kcal. $(\text{mole})^{-1}$	$+129$ kcal. $(\text{mole})^{-1}$

Neste quadro os símbolos que representam as grandezas têm o significado anteriormente indicado, e as grandezas termoquímicas:

$$q_p = -\Delta H^o$$

e

$$q_v = -\Delta U^o$$

são os calores de formação das substâncias dadas, à temperatura de 25 °C e, respectivamente, a pressão constante de 1 atm. e a volume constante (pressão inicial dos reagentes de 1 atm.).

7 — MÉTODOS PROPOSTOS PARA A DETERMINAÇÃO DE VALORES DE FUNÇÕES TERMODINÂMICAS DE FORMAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

7.1 — Os métodos propostos para a determinação dos valores desconhecidos das funções termodinâmicas normais de formação dos sesquióxidos de cobalto e de níquel não se limitarão, nas suas aplicações, aos exemplos que demos. A partir destes, por indução, conclui-se que os métodos se baseiam, essencialmente, no que se segue.

7.1.1 — O primeiro método baseia-se na escolha:

a) duma substância de comparação o mais análoga possível, nas propriedades físicas e químimicas, ao composto dado, dos quais (substância de comparação e composto dado) se conheçam as fórmulas químicas e as propriedades termodinâmicas daquela substância de comparação. A consulta do quadro periódico dos elementos, da tabela das configurações electrónicas, das tabelas de substâncias isomorfas e de propriedades termodinâmicas, ou, mesmo, termoquímicas, poderá dar indicações úteis;

b) duma reacção com a substância de comparação, cuja equação química tenha representados os corpos puros de que se devem conhecer, pelo menos, os valores duma mesma função termodinâmica de formação (eventualmente, os valores da termoquímica com eles relacionados); de tal modo que o valor da variação da função termodinâmica da reacção seja pequeno relativamente ao valor da função termodinâmica de formação da substância de comparação (quando se conheçam os valores de várias funções termodinâmicas deve escolher-se aquela que melhor satisfaz a esta condição); e que na reacção correspondente com o composto dado (a equação desta reacção e a daquela devem ter os mesmos coeficientes estequiométricos) este seja a única substância de que se desconhece o valor da função termodinâmica de formação. Este valor fica determinado quando se iguala a variação desconhecida da função termodinâmica da reacção àquele pequeno valor. E, porque a função termodinâmica é, por hipótese, uma função de estado.

7.1.1.1 — Este método foi aplicado na determinação da entalpia de formação dos sesquióxidos de cobalto e de níquel, na secção 1. Esperamos que os processos experimentais de determinação venham a confirmar ou, até mesmo, melhorar os resultados obtidos.

7.1.2 — O segundo método baseia-se na descoberta de uma nova lei, ou, pelo menos, regra que permita obter directamente o valor duma função termodinâmica de formação.

7.1.2.1 — Foi o caso da determinação que fizemos das entropias de formação, nas secções 2 e 4, a qual serviu para realizar os restantes cálculos. Baseámo-nos no seguinte:

Têm a mesma entropia de **formação**, *em condições iguais de pressão, de temperatura e de estado físico dos reagentes* (factores da reacção de formação iguais), *os óxidos do mesmo tipo* (de fórmulas análogas), *considerados em igual estado físico, e de elementos químicos com configurações electrónicas exteriores idênticas* (isósteros).

Será possível apresentar uma maior generalização num novo enunciado, substituindo no anterior «os óxidos» por... os compostos químicos..., quando dispusermos de tempo para estudar, sob este aspecto, outras substâncias além dos óxidos.

Reparemos em que o conhecimento da posição do ferro, do cobalto e do níquel, no quadro periódico, não bastava para poder afirmar que os seus sesquióxidos têm a mesma entropia de formação normal; tanto assim que todos os valores já calculados para as outras grandezas apresentam diferenças apreciáveis consoante se referem ao ferro, ao cobalto ou ao níquel, apesar de os átomos destes metais serem isósteros entre si. É que a isosteria produz a semelhança de propriedades mas não, dum modo geral, a sua igualdade.

Não se confunda esta quase isosteria, com o isosterismo, perfeito, definido por Langmuir (J. A. C. S., 1919, vol. 41, pág. 1543) para os iões. Por exemplo, para os sesquióxidos $O_3E_2(c)$, resulta o seguinte quadro em que estão representadas as configurações electrónicas das camadas de valência dos elementos químicos, E, considerados como isósteros para cada um dos valores das diferenças $T\Delta S^o$ correspondentes a uma mesma fórmula daquelas configurações:

Fórmulas das configurações electrónicas das camadas de valência (orbitais de valência)	$T\Delta S^o$ (p = 1 atm., t = 25 °C) kcal. (mole)$^{-1}$	ΔS^o cal. (°K)$^{-1}$ (mole)$^{-1}$ (p = 1 atm., t = 25° C)
$3d^{\beta}\ 4s^{\alpha}$ (1)	— 19,4	— 65,1
$ns^2\ np^3$ (2)	— 19,3	— 64,7
$ns^2\ np^1$ (3)	— 19,7	— 66,1
$nd^1\ (n+1)s^2$ (4)	— 31,1	— 104
$np^6\ (n+1)s^2$ (5)	— 21,4	— 71,8
$np^6\ (n+1)s^1$ (6)	— 25	— 84
$nd^{10}\ (n+1)s^1$ (7)	+ 19,7	+ 66,1
$nd^2\ (n+1)s^2$ (8)	— 21	— 70

onde os números inteiros representados por α, β e n são os parâmetros dos átomos de cada elemento químico. Por exemplo: para o ferro é $\alpha = 2$ e $\beta = 6$; para o cobalto é $\alpha = 2$ e $\beta = 7$; para o níquel é $\alpha = 2$ e $\beta = 8$; para o titânio é $n = 3$ com fórmula (8) diferente da anterior; para o lan-

tânio n = 5 na fórmula (4), e também n = 5, mas com fórmula diferente (5) para o prasiodímio e neodímio; etc. — sempre em conformidade com as tabelas[1] das configurações electrónicas dos átomos dos elementos químicos.

Dentro do nosso conceito, *os elementos químicos são*, portanto, *isósteros quando as configurações electrónicas das camadas de valência dos átomos* (orbitais atómicos de valência, níveis de energia) *possam representar-se por uma mesma fórmula e em função de 1 ou 2 parâmetros. Esta isosteria produz a analogia de propriedades*[2].

BIBLIOGRAFIA

(1) John H. *Perry*, Chemical Engineers' Handbook, Mc Graw-Hill Co., London, 1950, 3.ª edição.

(2) Wendell M. *Latimer*, Oxidation Potentials, Prentice Hall, Inc., N. J., 1959, 4.ª impressão (2.ª edição).

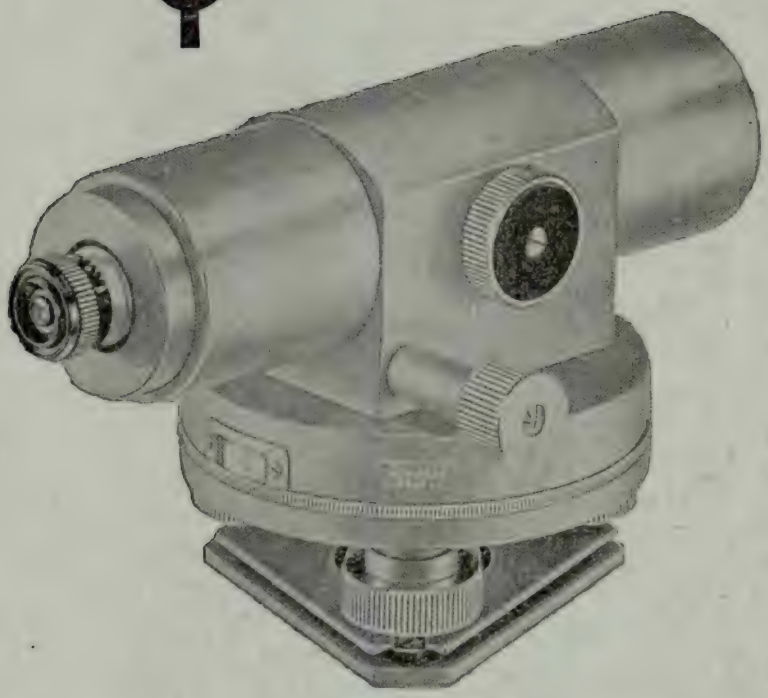
---

(1) Ao elaborar tabelas, relativamente recentes, houve dúvidas sobre as estruturas electrónicas dos átomos das terras raras. Os valores de $T\Delta S^{\circ}$ determinados para o lantânio, prasiodímio e neodímio contribuem para a confirmação das configurações electrónicas destes elementos químicos, já apresentadas nalgumas tabelas e de acordo com as quais estão as fórmulas anteriores.

(2) *Vid.* o próximo número da *Técnica*.

NÍVEL AUTOMÁTICO

Otto-Fennel



Moderno aparelho equipado com um sistema prismático pendular, colocando automàticamente a linha de mira na sua posição horizontal.

A simplicidade e robustez do processo utilizado e o seu grande rendimento de trabalho, tornam este aparelho excepcionalmente dotado para todos os nivelamentos técnicos

CARACTERÍSTICAS

Luneta — Nivelamento com focagem interna, óptica tratada, imagem direita Comprimento 200 mm Ampliação 20 x. abertura da objectiva 25 mm. Distância mínima de mira 2,5 m. Constante de adição zero. Constante de multiplicação 100

Círculo horizontal — Diâmetro 100 mm. Graduação 1° 1 g.
Leitura directa 1° 1 g. Leitura por avaliação 6 10°

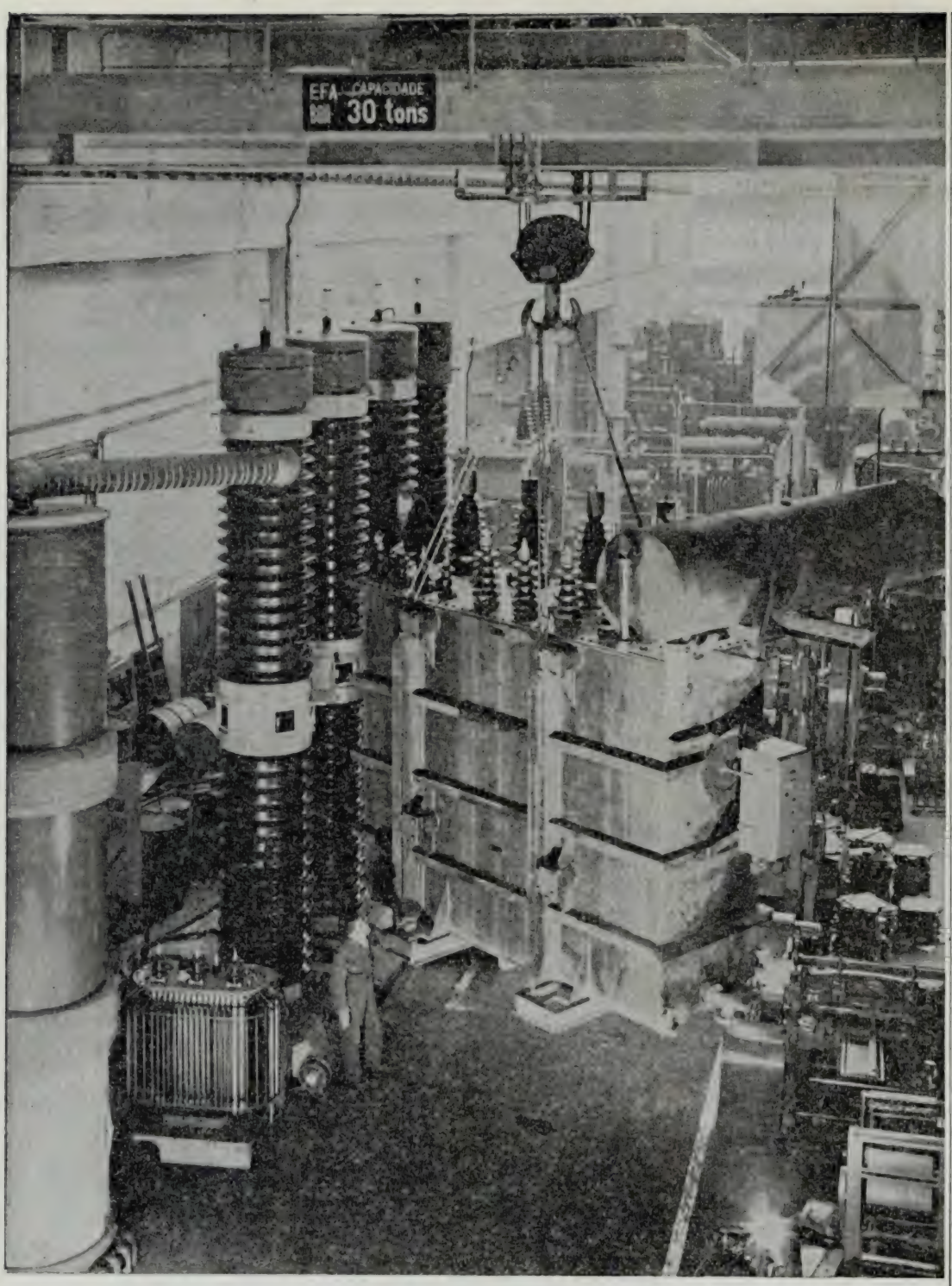
Sensibilidade do nível esférico: 8′
Tripé extensível, caixa metálica com pequenos acessórios
Pesos: aparelho 2 kg, caixa 2,400 kg; tripé 5,200 kg

REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES — S. A. R. L.

L. DO RATO, 13 — TEL. 68 21 31 / 39 — R. DO OURO, 145 — TEL. 2 83 61 / 2 60 66

LISBOA



EFACEC

Vista do interior de uma das Fábricas "EFACEC"
(Arroteia — S. Mamede de Infesta)

Distinguem-se nesta fotografia :

— Um transformador de 15 000 kVA/60 000 V (marca EFACEC) com regulação em carga, em curso de fabrico.

— Um disjuntor de 220 000 V (marca SOPREL), aguardando ensaio de rigidez.

— Nota-se também um transformador de ensaios de 600 000 V.

EFACEC

C. D. U. 691.327 : 620.171.3

Estabelecimento das resistências de betões

TENTATIVA

Pelo Engenheiro Civil (I.S.T.) J. M. OLIVEIRA NUNES

O autor teve oportunidade de, durante vários anos, ao serviço da Comissão de Fiscalização das Obras dos Grandes Aproveitamentos Hidro-Eléctricos e da Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos, se ocupar de estudos de composições de betões e, depois, do seu controle em obras. Tratou especialmente dos betões das barragens de Castelo de Bode e do Cabril. Das composições dos betões aplicados nesta última obra derivaram as dos das barragens da Bouçã, Picote, Chicamba Real e Miranda.

Agora na Hidro-Eléctrica do Douro, embora continue a trabalhar na construção de aproveitamentos hidroeléctricos, o seu campo de acção é mais vasto, de modo que não pode ter a pretensão de continuar a dominar em pormenor os problemas das composições dos betões.

O trabalho presente reflete uma preocupação antiga por um problema que julga mal esclarecido e que, quer os construtores, quer os projectistas das estruturas deverão ter bem presente.

RESUMO

Tenta-se determinar uma relação entre a resistência do betão em provetes de controle e a resistência potencial do betão nas estruturas de grandes dimensões, de betão simples, com o fim de se estabelecer um critério de fixação das resistências do betão de controle em face das tensões que se desenvolverão na estrutura, o que é essencial para a determinação da composição do betão a empregar.

Estabelece-se uma relação entre as resistências aconselháveis do betão de controle e as resistências médias, de que dependem as dosagens de cimento, de acordo com a teoria das probabilidades, processo cuja aplicação se está a generalizar.

Conta-se no estabelecimento das dosagens do cimento nos paramentos com a necessidade do betão ser durável, isto é, de resistir eficazmente aos factores ambientes de desagregação.

Faz-se a aplicação ao caso concreto dos betões da barragem de Miranda.

1.

Um problema que inicialmente se apresenta ao engenheiro encarregado de estudar ou definir a composição dum betão para uma certa estrutura é o da escolha ou fixação da resistência que o betão deverá apresentar de forma a satisfazer as condições a que essa estrutura vai ser exposta, tanto no aspecto mecânico como no aspecto ambiente, quer dizer, tendo em vista as tensões que se supõe virem a instalar-se na estrutura e as características (temperaturas e suas variações, grau de humidade e grau de agressividade química) do meio em que essa estrutura vai permanecer.

Para fixar essa resistência, no que respeita ao aspecto mecânico, é necessário determinar-se a «semelhança» entre os betões que ensaiamos e os betões do protótipo, isto é, a relação entre as tensões de rotura dos provetes que ensaiamos e as tensões a que o betão na estrutura se desagregaria, tensões estas a que poderemos chamar resistências potenciais.

Ora as tensões de rotura dum provete de determinado betão dependem da sua forma e dimensões, do grau de hidratação do cimento e, consequentemente, da idade e da temperatura e grau de humidade do ambiente da cura, das condições de aplicação da carga, especialmente da velocidade de aplicação e atrito entre o prato da prensa

e do provete, e ainda do estado higroscópico do provete.

Há ainda a considerar que, nos betões em grandes massas, de grande interesse no nosso campo de actividade, construção de barragens, o betão que ensaiamos normalmente não é o que integralmente se aplica na obra, mas sim obtido dele por crivagem para se eliminarem os elementos de grandes dimensões de modo a poderem-se moldar provetes de dimensões não muito grandes (em geral cubos de 20 cm de aresta ou cilindros de altura igual a 30 cm e 15 cm de diâmetro) fáceis de manusear.

Tentaremos estabelecer a influência na referida «semelhança» de cada um dos elementos citados.

2. Influência da forma e dimensões dos provetes e da estrutura na resistência

Em ensaios por nós realizados tivemos ocasião de comparar os resultados obtidos com provetes cúbicos de 20 cm de aresta, provetes cilíndricos de 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura, provetes cilíndricos de 30 cm de altura e 30 cm de diâmetro e ainda provetes cilíndricos de 45 cm de diâmetro e 45 cm de altura. Encontramos cerca de 1,2 para relação entre as tensões de rotura de provetes cúbicos de 20 cm de aresta e provetes cilíndricos de 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura moldados com o mesmo betão e curados nas mesmas condições, ambiente saturado de humidade e temperatura de 20° C.

Do «Concrete Manual» do «Bureau of Reclamation», E. U. A. 6.ª edição — págs. 462 e 463 — conforme se reproduz na fig. 1, pode deduzir-se que a carga de rotura passa de 90 % a 180 % quando a relação entre a altura do cilindro e o diâmetro varia de 4 a 0,5, considerando-se 100 % a carga de rotura dum provete com a relação altura-diâmetro igual a 2.

É de notar que enquanto a relação altura-diâmetro varia de 0,5 a 2, a resistência varia de 80 % e quando passa de 2 a 4 varia apenas de 10 %.

Este resultado será devido ao facto de, para além duma certa relação altura-diâmetro, o atrito entre o prato da prensa e a superfície do provete que origina uma certa cintagem, deixar de influir nas tensões reais, isto é, a compressão passar a ser pura. Para além de certo valor da relação passará a haver encurvadura, efeito de flexão, e a compressão deixará novamente de ser pura.

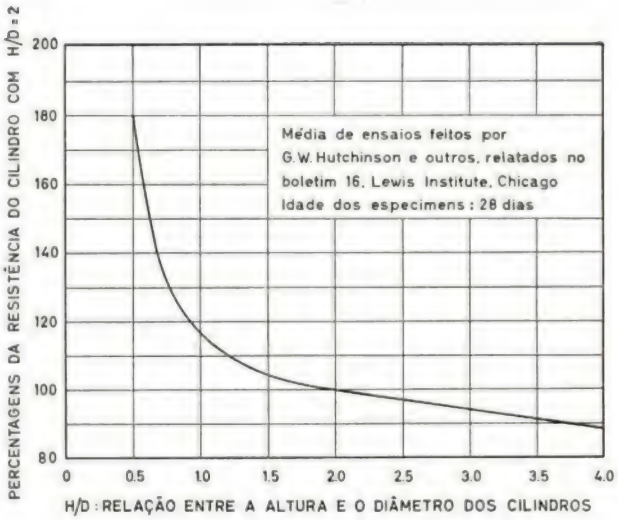


Fig. 1

Influência da relação altura/diâmetro do cilindro na resistência à compressão

Nesse mesmo livro, pág. 462, como se reproduz na fig 2, indica-se que, para provetes cilíndricos de altura dupla do diâmetro a resistência baixa de 108 % a 82 % aproximadamente, quando o diâmetro passa de 2" (cerca de 5 cm) a 36" (cerca de 91 cm), tomando o valor de 100 % para o diâmetro de 6" (cerca de 15 cm), que é o provete que normalmente se utiliza no controle de betões, no «Bureau of Reclamation». Nos provetes en-

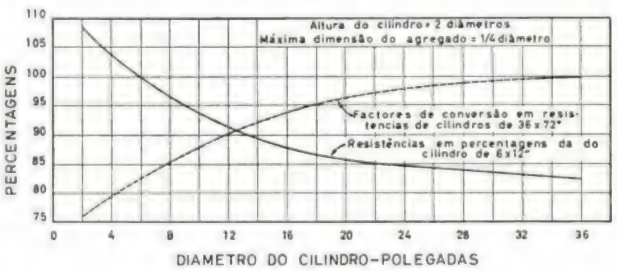


Fig. 2

Efeito da dimensão dos cilindros na resistência do betão à compressão

saiados a máxima dimensão do agregado não ultrapassava um quarto do diâmetro.

Para diâmetros superiores a 20" (cerca de 50 cm) a linha representativa da relação entre os diâmetros e a resistência é uma recta.

Na falta de conhecimento de tensões de rotura no protótipo, assemelhando uma estrutura a um provete de grandes dimensões, poderá concluir-se,

a partir dos resultados acima indicados, que a relação entre tensões de rotura do betão em provetes e no protótipo, tendo apenas em conta a diferença de dimensões e de forma, será, no mínimo 1,2, no caso de provetes de controle cilíndricos de altura dupla do diâmetro e este igual a 6" (cerca de 15 cm), e consequentemente, $1{,}2 \times 1{,}2 = 1{,}4$ no caso de provetes cúbicos de 20 cm de aresta.

O fenómeno de rotura numa estrutura mesmo de betão simples, (refiro-me especialmente a uma barragem ou a um muro de suporte de betão simples), é sem dúvida mais complexo que num provete, dado o facto das tensões se não distribuirem uniformemente numa secção (como aliás se não distribuem num provete) e as regiões menos carregadas poderem possìvelmente ajudar as regiões mais carregadas, aliviando-as, e fazendo talvez com que a tensão de rotura dependa não tanto da máxima tensão mas possìvelmente da tensão média.

Lembremo-nos que, quando se aplica uma carga apenas a uma parte dum provete, a tensão de rotura referida à área directamente carregada, é muito superior à que conduziria à rotura com o provete todo carregado. É o caso do chamado ensaio de «poinçonage».

3. Influência das condições de cura; humidade e temperatura

Para um dado betão, a sua resistência a uma determinada idade depende essencialmente do grau de hidratação do cimento e este da temperatura e humidade do ambiente de cura.

Normalmente com o fim de se poderem controlar as condições de fabrico dum betão, para o que é necessário serem comparáveis os resultados dos vários provetes, estes são curados em ambiente de temperatura constante, normalmente cerca de 20° C e com saturação de humidade.

A água da amassadura dos betões, que tem de ser suficiente para molhar ou cobrir a superfície de todos os grãos de material inerte e do cimento em termos de dar trabalhabilidade ao conjunto, permitindo a moldagem, é muito superior à água necessária para a hidratação do cimento. De facto num betão corrente a água de amassadura anda por 50 a 60 % do peso do cimento enquanto que a água necessária à completa hidratação do cimento é cerca de 18 a 20 %.

Portanto para a completa hidratação do cimento não é necessário adicionar mais água do que a de amassadura mas sim evitar que essa água saia prematuramente, para o que é suficiente saturar de humidade o ambiente. É claro que esse processo pode ser aplicado fàcilmente nos chamados quartos de cura, onde se armazenam os provetes de estudo ou de controle, mas não pode ser utilizado na obra.

Mas vejamos primeiramente a influência da humidade do ambiente de cura na evolução das resistências dos betões.

Pessoalmente tivemos ocasião de comparar muitos provetes curados em quartos de cura apropriados (à temperatura de 20° C e ambiente saturado de humidade) com outros expostos ao ar livre. Não foram no entanto em número suficiente

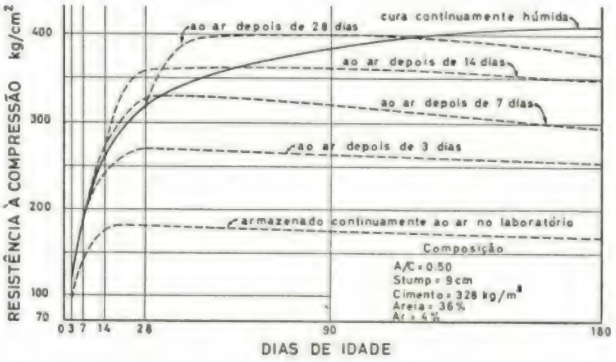


Fig. 3

Resistência à compressão de betão curado ao ar seco do laboratório, depois de cura húmida preliminar

para explorar completamente todo o campo que nos interessa. Por isso voltamos a apoiarmo-nos no livro «Concrete Manual» já atrás referido de que se adaptou a curva da Fig. 3.

Essa figura permite comparar as resistências a várias idades de provetes moldados com o mesmo betão, uns expostos desde o primeiro momento ao ar do Laboratório, possìvelmente com excepção das primeiras 24 horas em que terão estado nos moldes, outros depois de 3 dias no quarto de cura (ambiente saturado de humidade e à temperatura de 20° C), outros 7 dias após, outros 14 dias, outros 28 dias e os últimos com uma cura contínua em ambiente saturado de humidade.

Dessa figura poderá concluir-se que:

1) passado um número pequeno de dias, 10 a 15, contados a partir do términus da cura

do betão em ambiente húmido ou, o que será o mesmo, do momento em que o betão tem possibilidades de começar a perder água, o crescimento da resistência do betão em provetes de pequenas dimensões sofre uma paralização. Devemos esperar que o mesmo aconteça em estruturas de pequenas secções;

2) a resistência dum provete curado contìnuamente ao ar no Laboratório (se for ao ar livre em tempo seco, pior, certamente) não cresce pràticamente a partir das duas semanas de idade, fixando-se num valor igual a cerca de metade do valor da resistência dum provete do mesmo betão com 28 dias curado contìnuamente em atmosfera saturada de humidade. Se a cura húmida for de 3 dias a resistência aos 28 dias será de cerca de 80 % da atingida com a cura contínua em ambiente saturado de humidade; com uma cura «húmida» de 7 dias a resistência aos 28 dias coincide. Com uma cura húmida de 2 semanas a resistência aos 90 dias pouco difere para menos da cura contínua em ambiente húmido;

3) a resistência dos betões terá uma certa tendência a diminuir com o tempo, desde que se lhes não dificulte a saída da água.

Uma orientação a tirar destas conclusões é a necessidade de se curarem os betões em obra pelo menos durante duas semanas. Isto é, durante duas semanas deve proteger-se o betão, evitando-se a evaporação da água. O caderno de encargos da barragem de Miranda inclui essa cláusula. Nas superfícies horizontais consegue-se uma cura satisfatória, quer com rega contínua, quer com uma camada de areia molhada ou sarapilheiras encharcadas; o primeiro processo é o que se tem aplicado normalmente nas nossas barragens.

Nestas obras a cura com rega contínua nas superfícies horizontais das camadas não oferece dificuldade, nem em geral nos paramentos de jusante e de montante.

Outro tanto se não pode dizer das superfícies das juntas de contracção cuja rega dificulta o trabalho nos blocos adjacentes, pelo menos durante a fase de betonagem.

De qualquer modo deverá evitar-se que a água corra sobre o betão ainda jóvem, dissolvendo alguns dos seus elementos, pois frequentemente as águas são agressivas.

Nas estruturas de betão armado a cura das lajes também não oferece dificuldade, mas em pilares e vigas é difícil aplicar o mesmo processo de cura. Nestes elementos será aconselhável adoptar um limite mínimo para a descofragem além daquele que é necessário, e regulamentar, para os elementos adquirirem a resistência suficiente a poderem sustentar-se.

Entre nós em face do regulamento de Betão Armado só há que atender aos casos de pilares e colunas, lajes até 3 metros de vão e faces laterais das vigas, cujos prazos de desmoldagem são inferiores a 2 semanas.

De facto as cofragens tanto no caso de serem de madeira (deverão estar saturadas antes da betonagem ou com a superfície interna recoberta com um óleo que não permita a passagem da água), como no caso de serem metálicas, evitam ou limitam as perdas de água pelas superfícies com que contactam, concedendo razoáveis condições de cura.

Será necessário toda a atenção à cura dos betões, mesmo nas estruturas de betão armado se com propriedade queremos aproveitar as resistências que é possível atingir até aos 28 dias.

Nestas estruturas não será prudente contar-se que a resistência aumente para além dessa idade, a não ser que se recubram as superfícies após a desmoldagem com inductos impermeáveis à água, que existem no mercado, e nesse caso seria possível basearmo-nos em resistências a 90 dias, se o programa de aplicação de cargas o consentir, como frequentemente acontece. A aplicação do impermeabilizante além disso certamente contrariará a tendência das resistências baixarem com o tempo.

A idade a considerar para a resistência do betão tem evidentemente em consideração não só a evolução da resistência do betão na estrutura mas também a idade a que a estrutura é carregada. Se uma estrutura é carregada aos 3 meses é nessa idade que tem de considerar-se a resistência do betão mesmo que para além dessa idade a resistência do betão na estrutura continue a progredir.

Cabe aqui notar que em igualdade de tensões, tendo em atenção o tempo que leva a construir uma estrutura, digamos uma barragem, os betões mais antigos poderiam ter uma dosagem mais

baixa, pois se há zonas médias cuja idade ao carregar-se a estrutura será de 3 meses, outras terão 6 meses, 1 ano ou mais.

No interior duma estrutura de grandes dimensões, como uma barragem, é natural que a hidratação do cimento e portanto a resistência do betão possa continuar a progredir durante bastante tempo, em situação correspondente a um ambiente saturado de humidade. Outro tanto não acontecerá nos paramentos em que, de modo semelhante ao que acontece numa estrutura de secções reduzidas, a resistência não progredirá, digamos para além dos 28 dias, especialmente em tempo seco. Até que profundidade se verificará este fenómeno? É um assunto a esclarecer, pelo menos para mim.

Deste modo, também neste tipo de estruturas de grandes dimensões há que ter em atenção os prazos de desmoldagem, por causa da cura das superfícies não horizontais. É costume no tempo frio, reduzir esse prazo ao mínimo, de modo aos intervalos de betonagem serem de 3 dias, permitindo deste modo um certo ritmo mais acelerado de crescimento das estruturas.

Nessas condições, com as cofragens usuais o betão está apenas recoberto o máximo três dias, tempo talvez insuficiente quando as temperaturas ambientes forem muito baixas, como mais à frente veremos. Com um tipo de cofragens utilizadas na barragem do Cabril, cofragens que se sobrepunham, para os mesmos intervalos de betonagem o tempo de moldagem era de 5 dias, o que já é bastante melhor. Atendendo a este aspecto a concepção da cofragem não é indiferente.

De qualquer modo também se concluirá da vantagem ou obrigatoriedade de se recobrir, logo após a desmoldagem, todas as superfícies não horizontais, isto é, todos os paramentos vistos ou não, com um inducto impermeabilizante e de se aumentar um pouco a dosagem junto dos paramentos de montante e jusante, disposição esta a que os requisitos de durabilidade normalmente obrigam. Este aumento de dosagem não está, evidentemente, incluído naquele que é determinado pela distribuição das tensões na estrutura, cujos valores mais elevados têm lugar, dum modo geral, junto aos paramentos.

Como atrás se disse, conforme a cura a que seja possível submeter a estrutura, assim a idade a que podemos considerar a resistência dos betões.

Essa cura está ligada às dimensões, digamos, às espessuras das estruturas.

Quer dizer, o betão numa estrutura mais espessa tem obrigação, julgo, de se hidratar durante mais tempo, ou mais depressa, atingindo-se portanto resistências superiores.

Segundo me foi comunicado no Laboratório do Bureau of Reclamation, em Denver, nesse organismo é de regra tomar-se em consideração os valores dos ensaios aos 6 meses no caso de barragens muito espessas, tipo gravidade ou arco-gravidade, e o valor das resistências aos 90 dias no caso das barragens arco.

Vejamos agora a influência das temperaturas na evolução das resistências.

Na figura 4 adoptada do «Concrete Manual» 6.ª edição, de 1956, comparam-se as evoluções das resistências dum mesmo betão exposto a diversas temperaturas de cura. Embora não seja lícito generalizar para todos os betões possíveis, julgamos que nos podemos servir destas curvas para base de raciocínio.

Crescendo a velocidade da reacção de hidratação do cimento com a temperatura, aumenta,

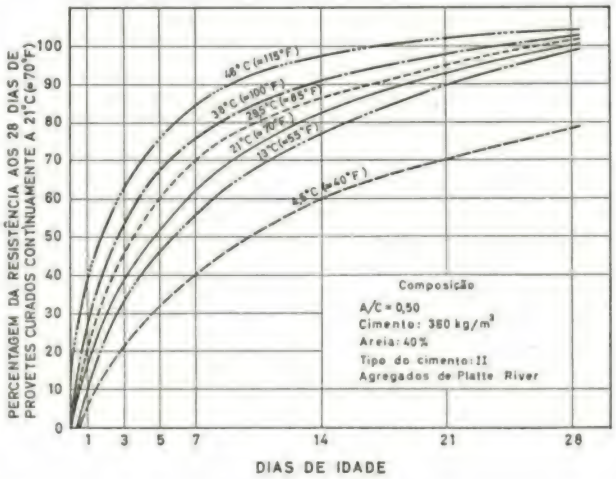


Fig. 4

Efeito da temperatura de cura na resistência do betão à compressão

igualmente com ela, a velocidade de crescimento das resistências dos betões até que a hidratação se tenha realizado completamente.

Será essa a razão de que, como mostra a figura, a influência das temperaturas de cura na resistência seja muito importante nos primeiros dias, mas, pelo menos para cima de cerca de

13° C, essa influência seja já muito atenuada aos 28 dias. No caso presente trata-se dum betão com cimento do chamado tipo II de que se aproxima aquele que utilizamos em barragens; com cimento tipo I, em que a percentagem de silicato tricálcico é maior, e consequentemente menor a percentagem de silicato bicálcico, como o primeiro se hidrata mais ràpidamente, com maior razão as diferenças aos 28 dias ainda menores serão.

Podemos mesmo considerar que para além de 13° C de temperatura as resistências são pràticamente coincidentes aos 28 dias.

De facto, se a essa idade tomarmos o valor 100 para a resistência correspondente a 21° C as resistências variam de 104, para 46° C, a 98, para 12,7° C.

Quando a temperatura seja já bastante baixa, como de cerca de 4° C, é que a diferença de resistência aos 28 dias é já sensível, pois corresponderia a cerca de 78 % da obtida com uma cura à temperatura de 21° C.

O campo de temperaturas de 13 a 46° C engloba as temperaturas que normalmente se verificam no seio das grandes massas de betão, e no nosso país pelo menos na região de Miranda do Douro, as temperaturas médias ambientes normalmente de Março a Outubro, inclusivé.

De facto em grandes massas de betão, em barragens, temos verificado que a temperatura sobe 20 a 30° C em relação à temperatura de colocação e depois, que a descida dessa temperatura por degradação natural do calor, é muito influenciada pelas temperaturas médias ambientes.

Nessas épocas portanto, a influência directa da temperatura sobre a resistência dos betões em qualquer tipo de estrutura, isto é, desde o betão em grandes massas ao betão em estruturas de betão armado, é pràticamente desprezível.

De Novembro a Fevereiro inclusivé, em que em parte se podem verificar temperaturas médias diárias (Dezembro e Janeiro) da ordem dos 2 C na região de Miranda do Douro, por exemplo, o abaixamento de resistência poderá ir talvez de 10 a 30 %, possìvelmente.

Concluindo. Em virtude de, pelo que atrás se viu, não haver garantias de que a hidratação nas estruturas delgadas de betão armado e nos paramentos de quaisquer estruturas, progrida para além de 28 dias, será necessário, nessas épocas de baixas temperaturas ambientes, ter em atenção a sua influência sobre a resistência. Em certos casos poder-se-á ser levado a aumentar a dosagem de cimento de proporção conveniente, que poderá ir de 10 a 30 %.

De facto nas estruturas de betão armado, as temperaturas na sua massa pràticamente coincidem com as temperaturas médias ambientes, pois o calor de hidratação degrada-se à medida que se liberta, e nos paramentos das grandes massas também passados poucos dias após a betonagem a sua temperatura pouco difere da temperatura média ambiente diária.

4. Influência da crivagem

Nos betões em massa, em que as dimensões dos elementos a betonar são em geral suficientemente grandes para não condicionarem a dimensão máxima do agregado, é esta limitada por motivos técnico-económicos.

Como se sabe, os vazios a preencher pelas argamassas, ou melhor, pela pasta de cimento diminuem quando aumenta o tamanho médio do agregado, até um certo valor a partir do qual a diminuição já não é sensível.

Por sua vez as dificuldades com o fabrico do betão, colocação e compactação aumentam com o tamanho máximo do inerte. Da consideração desses dois aspectos resulta entre nós e noutros países a escolha do tamanho máximo em cerca de 15 cm (6″) para betões em grandes massas.

Ora, o controle de fabrico de betões exige o ensaio dum número muito grande de provetes (na barragem de Castelo de Bode ensaiaram-se cerca de 10 000), motivo porque as dimensões desses provetes não poderão ultrapassar um certo valor, de forma a não ser excessivamente incómodo o seu manuseamento, nem impossível o seu armazenamento em regime de cura.

Entre nós tem-se adoptado o provete cúbico de 20 cm de aresta. Nos Estados Uuidos da América o provete «Standard» é um cilindro com 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura. Ora não é possível moldar provetes destas dimensões com o betão integral com agregado de 6″ de dimensão máxima. O que é costume fazer-se é moldar esses provetes com um betão que resulta do integral eliminando por crivagem todos os elementos superiores a uma determinada dimensão que é entre nós, e nos EUA, 1 1/2″.

É de crer que as resistências dos dois betões,

o crivado e o integral, apresentem relações aproximadamente constantes porque, mantendo-se o mesmo tipo de inerte, é da argamassa que depende essencialmente a resistência do betão, além do grau de ligação da argamassa à brita e da relação dos seus módulos de elasticidade.

Aparece então o problema de relacionar as resistências do betão crivado com o betão integral, o que é essencial para a definição da resistência do betão.

Ensaios efectuados no Laboratório de Denver do Bureau of Reclamation mostraram que a resistência aos 28 dias de um betão de 6" de dimensão máxima moldado em cilindros de 45 cm de diâmetro e 90 cm de altura curados em condições «Standard», isto é, em atmosfera saturada de humidade e à temperatura de cerca de 20 °C, corresponde a 77 % da resistência de provetes cilíndricos de 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura, moldados com betão resultante do primeiro por crivagem, curados nas mesmas condições. A relação para a resistência dum cubo de 20 cm de aresta seria 0,77/1,2 = 0,64.

No sentido de se reproduzirem tanto quanto possível as condições da obra, no Bureau of Reclamation, é costume submeter os provetes de betão integral a um regime de cura no aspecto temperatura, em que este varia segundo a lei prevista para o caso especial da estrutura a que o betão se destina. Claro que essa lei depende de variadíssimos factores entre os quais a dosagem de cimento, o tipo de cimento, as características térmicas dos inertes, as dimensões das estruturas, as espessuras das camadas, os intervalos de betonagem, as temperaturas do betão fresco, as temperaturas médias ambientes, o haver ou não arrefecimento artificial, etc.

Esses provetes são enlatados, de modo a não haver trocas de humidade com o ambiente, ficando assim apenas por reproduzir as condições de pressão que não sei até que ponto possam influir também no desenvolvimento da resistência.

Para um provete de betão integral que difere apenas do anteriormente referido em que a cura não foi «Standard», mas em massa, apresenta o «Concrete Manual» um valor para a resistência aos 28 dias que corresponde a 85 % da resistência obtida com os pequenos provetes de controle, curados em condições «Standard».

Tudo se terá passado como se a maior temperatura média correspondente à cura em massa tenha acelerado um pouco a hidratação de cimento. Como no betão em massa a idade mínima a que interessa a resistência do betão na estrutura é de 90 dias, dado o que atrás se expôs quanto à presumível influência da temperatura, achamos prudente não tomar esses factos em consideração no estabelecimento da semelhança entre os betões da obra e os de ensaio ou de controle.

Para a auscultação das verdadeiras qualidades do betão «in situ» procede-se muitas vezes à extracção de carotes.

A este respeito, diremos que, em nosso entender, o processo de cura em desenvolvimento no betão das carotes, na massa da barragem, deve sofrer consideráveis perturbações, a seguir à sua extracção, uma vez que as demoradas operações de preparação para os ensaios de compressão obrigam a mantê-las desprotegidas durante largos espaços de tempo, prejudicando a hidratação do cimento. Quanto mais avançada esta estiver, menos sensível será a influência dessa perturbação nas resistências observadas, pelo que haveria conveniência, sob este aspecto, em fazer a extracção a idades bastante avançadas, o que é, normalmente, incompatível com o ritmo de betonagem imposto na construção de barragens.

Por outro lado, para observação da evolução das resistências do betão em obra, haveria interesse em extrair, duma mesma camada, carotes de diferentes idades o que é também, geralmente, impraticável.

Dum modo geral, portanto, torna-se difícil estabelecer, por este meio, relações entre as resistências observadas nos provetes de controle do fabrico e as do betão em obra, relações essas que, uma vez estabelecidas com base em ensaios efectuados sobre provetes da mesma forma e dimensões, dariam a medida da influência, em conjunto, da substituição do betão integral por betão crivado e das condições de cura em obra pelas do quarto de cura. Mas, para isso, seria necessário saber qual a idade a atribuir às carotes, no momento de ensaio, correspondente a uma cura ininterrupta em obra. Além disso, haveria ainda que ter em conta o abalo causado na estrutura do betão, resultante do processo de extracção empregado. Temos, de facto observado, em algumas carotes extraídas por meio de sonda de grenalha, roturas parciais da ligação brita-arga-

massa, em especial quando elementos de brita de dimensões particularmente grandes são cortados pela sonda.

Também para o betão das estruturas me parece haver uma espécie de princípio de incerteza.

5.

Após o que se acabou de expor ficamos em condições de ter uma ideia, embora não tenhamos a presunção de a considerar definitiva e justa, da «semelhança» entre os betões das estruturas maciças, de betão simples, e os betões de controle.

Considerando por um lado provetes cúbicos de 20 cm de aresta, moldados com betão crivado por 1 1/2", e curados em condições «standard» (ambiente saturado de humidade e temperatura de 20° C) e por outro lado betão em maciços de grandes dimensões, a relação entre as suas resistências deverá ser aproximadamente igual a 1,6, na hipótese da resistência potencial do betão desses maciços equivaler à de blocos de grandes dimensões. Tentaremos num futuro mais ou menos próximo, uma vez completado o nosso equipamento laboratorial, avançar um pouco mais na determinação dessa relação.

Tomando um coeficiente de segurança igual a 4, o adoptado no Bureau of Reclamation, o que não parece exagerado para betão simples, julgamos que no caso de grandes maciços, a carga de rotura ou resistência dos provetes de controle (cubos de 20 cm de aresta), deverá ser igual ou superior a 6,5 vezes às tensões que se desenvolverão na estrutura.

6. Resistência do betão às tensões biaxiais e triaxiais

Todas as considerações anteriores sobre as relações entre as resistências mecânicas do betão da obra e o dos provetes de controle foram feitas pressupondo o betão, num e noutro caso, num estado de tensão uniaxial.

No que respeita aos provetes de controle, procura-se conseguir o mais aproximadamente possível esse estado, atenuando o efeito do atrito dos pratos da prensa sobre as superfícies dos provetes em contacto com eles. Esse atrito, como se sabe, restringindo a deformação lateral do betão, aumenta-lhe a sua capacidade resistente, segundo a direcção da compressão produzida pela prensa. No entanto, esse efeito de cintagem, localizado nos topos do provete em contacto com os pratos da prensa, diminui, à medida que se consideram secções sucessivamente mais próximas da secção média. É por isso que, quando se utilizam provetes cuja relação altura/diâmetro seja suficientemente elevada (pelo menos = 2), se pode considerar que, pràticamente, a parte média desses provetes se encontra em estado de tensão uniaxial. Sendo assim, e admitindo a homogeneidade do betão do provete, a rotura deverá dar-se nessa região média, que se encontra em condições desfavoráveis relativamente às vizinhanças dos topos, e a carga que lhe corresponde será representativa da capacidade de resistência do betão ensaiado a tensões uniaxiais, à parte a influência das dimensões do provete.

Por outro lado, se considerarmos um elemento de betão incluído na massa duma estrutura ele poderá encontrar-se solicitado segundo 9 casos diferentes de tensões ligadas a 3 eixos ortogonais, como se esquematiza na fig. 5:

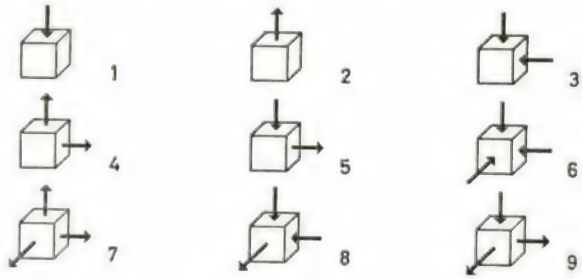


Fig. 5

Casos possíveis de combinações de tensões

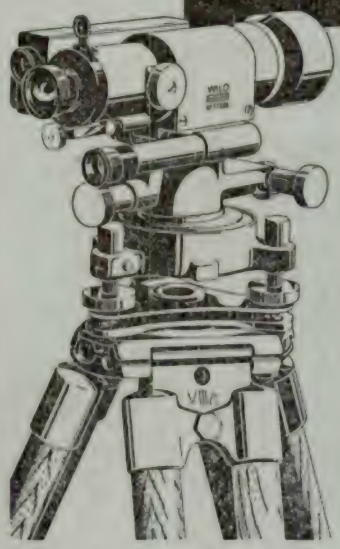
Os casos 1 e 2 correspondem, respectivamente, aos estados uniaxiais de tensões de compressão e tracção.

Os casos 3, 4 e 5 correspondem aos três estados tipo de tensões biaxiais, sendo os dois primeiros favoráveis ao aumento da capacidade resistente do betão relativamente aos estados de tensão uniaxial; pelo contrário, no caso 5, os dois sistemas de tensões agravam-se mùtuamente os seus efeitos.

Os casos 6, 7, 8 e 9 figuram os quatro estados possíveis de tensões triaxiais, correspondendo aos dois primeiros elevação das cargas de rotura do betão, relativamente aos estados de tensão uniaxial; quanto aos casos 8 e 9, a resistência do betão segundo cada um dos eixos de referência e conforme aquele que se considere, pode

WILD
HEERBRUGG

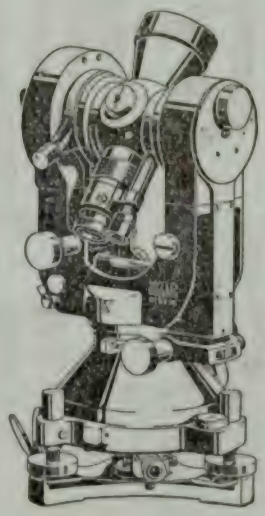
a marca suíça
de fama mundial



Nível Wild NK 2

NÍVEIS E TEODOLITOS

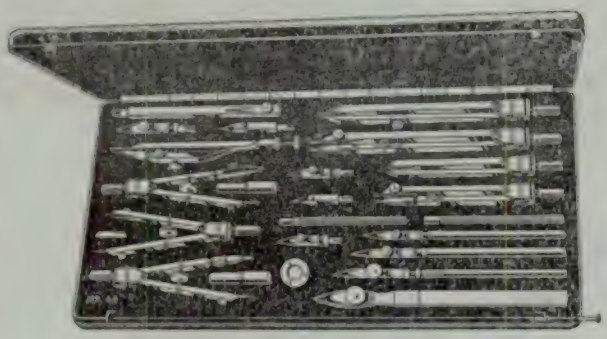
de construção moderna
para todos os fins



Teodolito Universal
Wild T 2

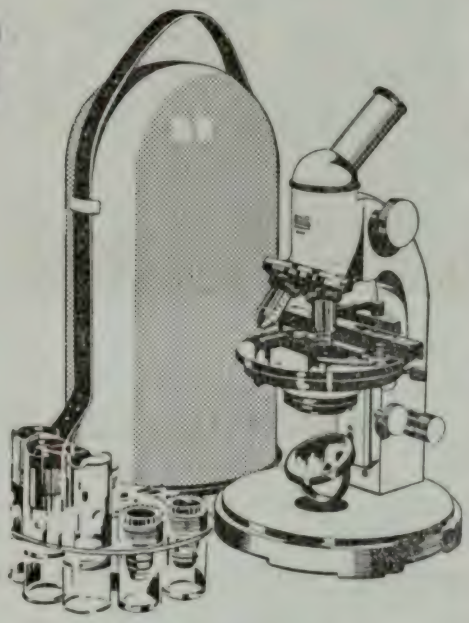
MICROSCÓPIOS WILD HEERBRUGG

com equipamentos para todos
os trabalhos de microscopia



Estojo Wild Rz 40

Estojos de desenho **Wild**
Únicos de aço crómio inoxidável



Microscópio Wild M 11,
em estojo metálico portátil

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

WILD PORTUGAL, LDA.

PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8, S/L 6
LISBOA-2 — TELEF. 68 11 27

máquinas eléctricas

TRANSFORMADORES

LICENÇA SIEMENS SCHUCKERT

ATÉ 1600 kVA 35 kV

MOTORES TRIFÁSICOS ASSINCRONOS

ATÉ 120 Cv

EMPRESA NACIONAL DE APARELHAGEM ELÉCTRICA, S. A. R. L. AV. 24 DE JULHO, 158 — LISBOA

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS MOTRA EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS, S. A. R. L.

AV. INFANTE SANTO, 56 D-1.º LISBOA — TEL. 66 10 69 — 66 10 36

ser diminuída por efeito de cada um dos dois sistemas de tensões actuantes segundo os outros eixos, ou então aumentada por um desses sistemas de tensões e diminuída pelo outro; nesta última hipótese, supomos que o resultado dos dois efeitos contraditórios será favorável ou não, segundo a relação entre os valores das tensões.

Em barragens, a situação mais frequente do betão, é aquela em que se verificam compressões simultâneas em várias direcções (casos 3 e 6) correspondente portanto a condições favoráveis relativamente ao estado de tensão uniaxial. No entanto, a ocorrência de esforços combinados de compressão e de tracção em várias direcções, que corresponde a situações desfavoráveis em relação ao estado de tensão uniaxial, não pode deixar de ser também considerada. Por exemplo, em certas zonas do paramento de montagem das barragens arco, junto à fundação e a cerca de 2/3 da altura máxima do vale, as tensões principais são frequentemente constituídas por combinação de compressões e tracções. De tudo isto resulta que, ao fixar as dosagens do betão duma barragem, haveria conveniência em ter em conta no estabelecimento das relações entre as resistências mecânicas do betão em obra e nos provetes de ensaio, a influência da totalidade das tensões que sobre ele actuam num e noutro caso.

A principal dificuldade reside na falta de conhecimento da lei de variação das resistências do betão aos esforços actuantes numa direcção, em função dos esforços que têm lugar em direcções normais. Não sei mesmo se haveria que determinar experimentalmente relações desse tipo para cada caso particular, ou se, e até que ponto, seria possível uma generalização. Julgo que um vasto e bem orientado programa de ensaios, embora de realização difícil, poderia ajudar eficientemente ao esclarecimento deste assunto.

7. Escolha de resistências

A resistência observada num betão a cada idade, varia não só por não se poderem manter constantes os elementos de que ela directamente depende (relação vazios cimento, qualidade do cimento, condições de cura e fabrico) mas também pelo facto de se tratar de uma medição.

O campo dessa variação pode ser mais ou menos extenso conforme o cuidado posto no fabrico do betão.

Se tomarmos os resultados dos ensaios dum determinado betão e os representarmos num sistema de coordenadas, marcando em abcissas as resistências e em ordenadas o número de resultados correspondentes aos diversos intervalos, obtém-se, como se sabe, uma curva segundo a lei das probabilidades ou de Gauss. Na figura n.º 6 representam-se os resultados das resistências de betão de controle da barragem de Castelo do Bode.

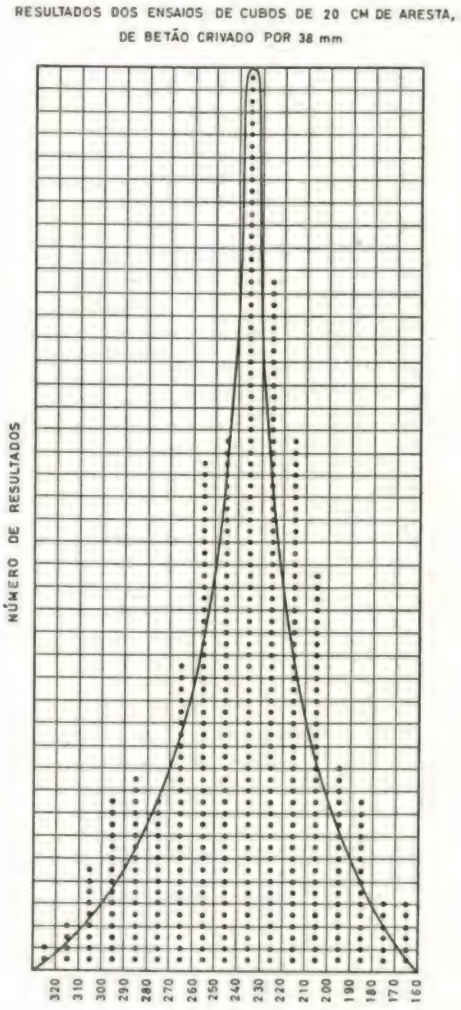


Fig. 6

Resistência à compressão aos 28 dias — Kg/cm²

As resistências, isto é, os resultados podem ser mais ou menos concentrados, quer dizer, a curva pode ser mais ou menos aguda. Quanto mais aguda for, mais perfeito será o fabrico.

Tomamos em geral como resistência média a média aritmética das resistências, que correspon-

dem aproximadamente à abcissa de maior ordenada, isto é, de maior número de resultados.

A dispersão dos resultados pode ser caracterizada pelo desvio «médio quadrático» ou pelo coeficiente de variação. O desvio «médio quadrático» é a diferença entre a resistência média e a correspondente ao ponto de inflexão da curva e obtêm-se pela expressão:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma\,(Ri - Rm)^2}{n - 1}}$$

em que $Ri - Rm$ é a diferença entre cada um dos valores do conjunto e a média dos valores e n o número de resultados. O coeficiente de variação obtém-se do desvio «médio quadrático» dividindo-se pelo valor da resistência média e multiplicando-o por 100, ou seja pela expressão $V = \frac{100\ S}{Rm}$.

Considera-se o fabrico excelente para coeficientes de variação inferiores a 10 %, bom para valores de 11 a 14 %, razoável de 15 a 18 % e mau acima deste último valor.

O coeficiente de segurança aplicado à tensão indicada pelo projectista não nos define a resistência média que o betão deverá apresentar mas sim a resistência mais baixa. De facto, como se costuma dizer, o betão, como uma cadeia, é tão forte como o seu elo mais fraco.

Para se garantir a obtenção dessa resistência mais baixa é preciso apontar a composição do betão, especialmente a dosagem, para uma resistência média suficientemente elevada.

A relação a estabelecer entre essa resistência mais baixa e a resistência média depende do coeficiente de variação que possa esperar-se, em função da experiência já tida.

Quanto maior for o coeficiente de variação, maior terá de ser a resistência média e assim a dosagem de cimento.

Por esta forma se mostra, o que é óbvio aliás, a necessidade dum fabrico o mais regular possível, pois a regularidade do fabrico tem um valor económico directo.

No começo das obras, antes que o fabrico entre em regime permanente, deverá contar-se prudentemente com um coeficiente de variação maior, portanto com uma dosagem mais alta. À medida que o trabalho progrida, se normalizem as condições de fabrico, em face das resistências obtidas, deverão fazer-se as respectivas correcções, deveríamos dizer, as respectivas reduções de dosagem.

Nos critérios geralmente seguidos admite-se que alguns valores das resistências possam ser inferiores ao valor resultante da aplicação do coeficiente de segurança à tensão do projecto. Consta-me que no Bureau of Reclamation se admite que 20 % dos valores dos ensaios possam ser inferiores aos valores fixados.

O critério seguido tem uma importância muito grande sobre a dosagem e portanto sobre a economia.

No estudo dos betões para a barragem do Cabril, realizado em 1951, estabeleceu-se que o número de resultados inferiores ao limite fixado não fosse além de 1 ou 2 %, e calculou-se a resistência média com base num coeficiente de variação determinado com apoio na experiência tida com os betões da barragem de Castelo do Bode. Não conhecia então o critério americano com o qual apenas entrei em contacto numa visita feita ao Bureau of Reclamation em Setembro de 1958.

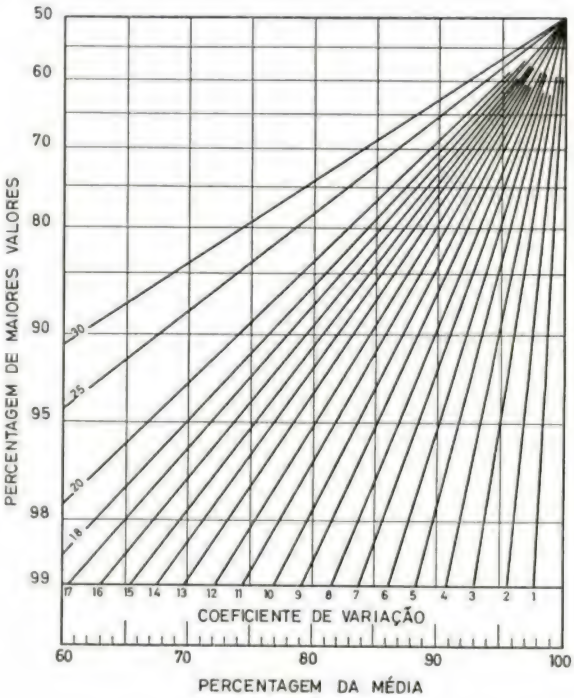


Fig. 7

Curvas de probabilidades acumuladas para diversos coeficientes de variação

O «Concrete Manual», edição de 1956 desse organismo, apresenta o nomograma que reproduzimos na fig. 7, constituído por curvas de pro-

babilidades acumuladas, e que nos permite fàcilmente, fixado o coeficiente de variação e a percentagem de valores que devem ser superiores ao valor fixado, determinar a relação entre este e a resistência média.

Suponhamos que a resistência do betão fixado a partir do projecto é de 200 kg/cm^2.

Para os coeficientes de desvio de 15 %, pretendendo-se que 80 % dos resultados sejam superiores a esse valor, a resistência média seria 200/0,87 = 230 kg/cm^2. Se se fixasse que 99 % dos valores deveriam ser superiores ao limite, a resistência média subiria para 200/0,65 = 310 kg/cm^2.

8. Critério de durabilidade

O atrás exposto permite-nos estabelecer um critério de definição das resistências que deve apresentar o betão de controle, em função das tensões do projecto. Porém na parte das obras expostas às intempéries é geralmente a necessidade do betão ser durável, isto é, de se não desagregar ou alterar com o tempo que condicionará a dosagem, pois o critério de durabilidade é normalmente, nesses casos, mais severo que o da resistência mecânica.

A qualidade de durabilidade dum determinado betão, escolhidos os inertes e o cimento, depende essencialmente da sua porosidade e esta da relação água-cimento ou melhor, vazios-cimento, razão por que, em cada caso de exposição aos agentes atmosféricos se aconselha uma relação A/C máxima. Na falta de valores determinados por nós, ou entre nós, que se existem, o que duvido, desconheço, podemos mais uma vez recorrer aos valores que o Bureau of Reclamation aconselha, apresentados no quadro n.º 1.

Nos «ASTM STANDARDS OF CONCRETE AND CONCRETE AGGREGATES», Designation: C 94-44, apresenta-se uma tabela de valores de resistências aconselhadas para os vários casos de exposição, possíveis. No entanto, como a relação A/C será o elemento fundamental, será a primeira tabela que consideramos pois não temos garantia de que para os nossos cimentos haja correspondência perfeita entre as duas tabelas.

A haver, a segunda seria mais prática. De facto, no estabelecimento ou cálculo da relação água-cimento é necessário ter em atenção que as relações apresentadas pressupõem o agregado saturado e de superfície seca, estado que não é fácil conseguir-se, mesmo em Laboratório para as quantidades de materiais inertes correspondentes a amassaduras de 120 ou 150 litros, valores mínimos com significado para agregados de 6" de dimensão máxima.

Dado o tempo de amassadura, dois ou três minutos, não é lícito considerar-se, como em princípio se poderia supor, que a água de amassadura seria a soma da água de embebição dos materiais correspondente ao estado de saturação com superfície seca com a água necessária à molhagem da superfície de todos os grãos de inerte e do cimento em termos de se obter a trabalhabilidade conveniente, convenientemente projectada a composição do betão, claro.

A propósito observo que o estado higroscópico do inerte na altura da amassadura parece ter uma influência grande na resistência dos betões, especialmente quando a porosidade do inerte é sensível. De facto, tive ocasião de comparar betões de granito, uns em que o inerte se mantinha mergulhado em água durante 24 horas, até ao momento da amassadura, com outros em que o inerte era mantido ao ar livre, assim pràticamente seco, e verifiquei que os primeiros davam sistemàticamente resistências mais elevadas. Pode talvez explicar-se esse facto pela formação de vazios na argamassa ou pasta ainda fresca, quando da passagem de água para o inerte. Em todas as obras em que o agregado é lavado, encontra-se ele geralmente saturado quando do emprego, assim no caso mais favorável.

Em face da relação água/cimento aconselhada para as condições de exposição das nossas estruturas determinar-se-á por ensaios ou com base em ensaios feitos «à priori» a dosagem de cimento a empregar.

9. Aplicação

Vejamos o caso da barragem de Miranda em construção à data da redacção deste artigo, na parte portuguesa do Douro Internacional (Fig. 8 e 9). Essa barragem é do tipo contrafortes de cabeça maciça. Na parte central, os correspondentes contrafortes, em número de 8, encostam as cabeças a jusante, formando uma soleira contínua sobre a qual se faz a descarga em períodos de cheia. Nos restantes contrafortes para um e

QUADRO 1

Relações água-cimento do betão aconselháveis em diversos casos de exposição, com vista a durabilidade

Tipo ou localização do betão ou da estrutura e grau de exposição	Relação água / cimento por peso	
	Clima rigoroso, grandes variações de temperatura, grandes períodos de gelo ou gelos e degelos frequentes.	Clima temperado, chuvoso ou árido, raramente neve ou geada.
A — Betões em partes de estruturas sujeitas a exposição de extrema severidade, tais como os 2 pés (60 cm) da extremidade de paredes, caixas, pilares e parapeitos; toda a superfície de betão de bermas, soleiras, rebordos, cumieiras, cantos e cornijas; e betão ao alcance de águas de níveis variáveis e de borrifos de espuma, isto é, em partes de barragens, de descarregadores, de esgotos, caixas de descarga, entradas e saídas de túneis, paredes de canais de fuga, câmaras de válvulas, estruturas de canais e outras obras de betão.	0,45 ± 0,02	0,55 ± 0,02
B — Betão em estruturas expostas e em partes de estruturas em que a exposição seja menos severa do que em A, tais como, porções de revestimento de túneis e de sifões, sujeitas a gelo, o exterior de betão em massa, e outras partes expostas não incluídas em A.	0,50 ± 0,02	0,55 ± 0,02
C — Betão em estruturas ou partes de estruturas, para serem aterradas, ou estarem sempre submersas ou protegidas do tempo de qualquer modo, tais como, paredes corta-águas, fundações, e partes de infra-estruturas, de barragens, de grades, de câmaras de comportas, de obras de descarga e de edifícios de comando. (No caso de parecer provável que condições severas de exposição inerentes ao período de construção se mantenham durante várias estações, reduzir a relação água cimento nas partes mais expostas em 0,05).	0,58 ± 0,02	0,58 ± 0,02
D — Betão sujeito ao ataque de sulfatos e que seja colocado com tempo moderado.	—	0,50 ± 0,02
E — Betão que esteja sujeito ao ataque de sulfatos, contidos em certos solos e águas subterrâneas, mas que seja colocado durante tempo de gelos, quando o cloreto de cálcio seria normalmente usado na amassadura. Não empregar Ca Cl2, mas diminuir a relação água-cimento até ao valor indicado.	0,45 ± 0,02	—
F — Betão colocado na água por meio de tremonha.	0,45 ± 0,02	0,45 ± 0,02
G — Revestimento de canais.	0,53 ± 0,02	0,58 ± 0,02
H — Betão no interior de barragens.	As propriedades deste betão serão condicionadas pelas especificações de resistência, propriedades térmicas e variações de volume, que deverão ser fixadas para cada estrutura.	

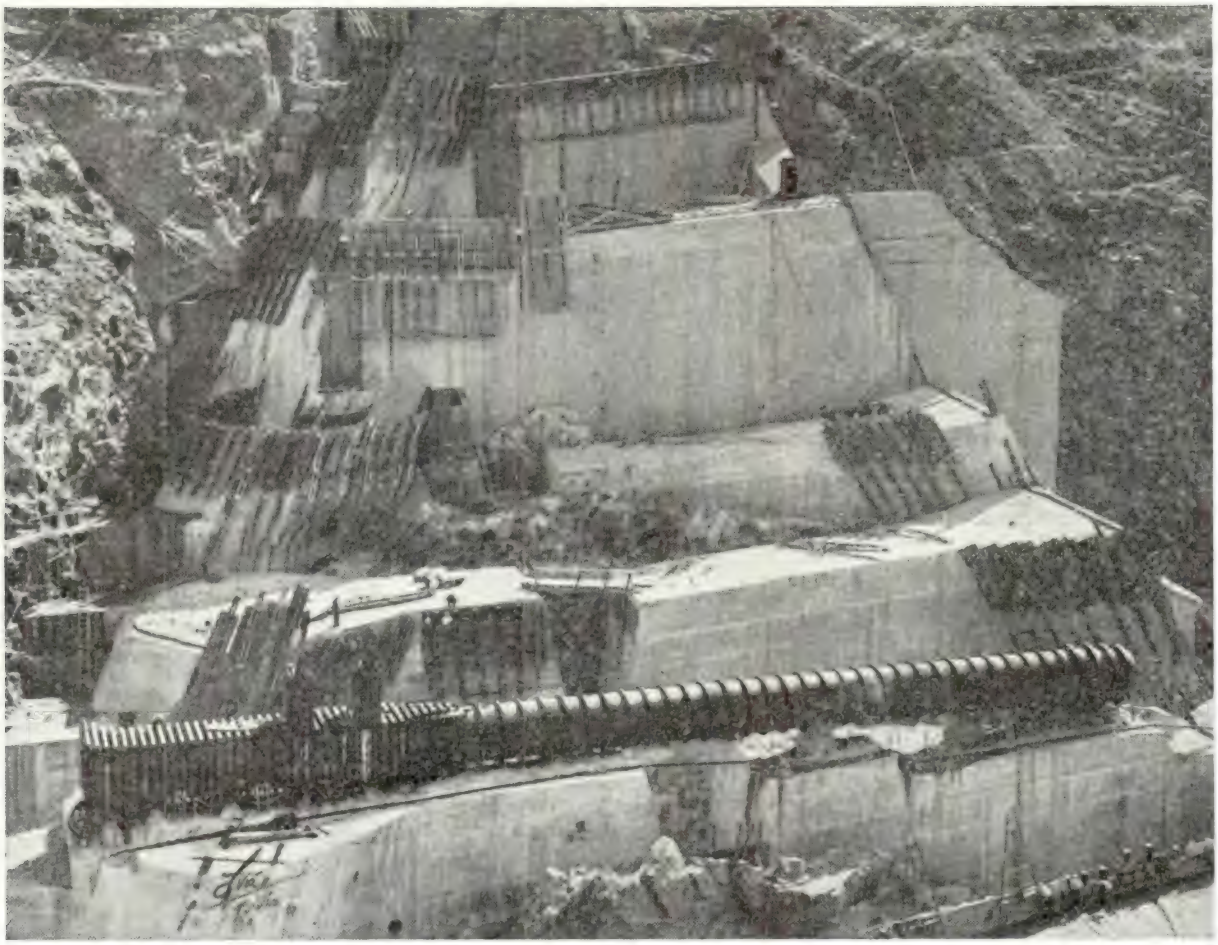


Fig. 8

Vista da barragem de Mir nda, tomada da margem direita em Agosto de 1959 Observa-se a forma dos contrafortes. No primeiro plano vê-se a blindagem duma das duas descargas de fundo

outro lado da soleira descarregadora não há cabeças a jusante.

Na fig. 10 representa-se a distribuição das tensões principais correspondentes aos contrafortes galgáveis.

Em face das tensões previstas, poderemos considerar em princípio pelo menos duas zonas gerais. Numa, a tensão de compressão seria de 30 kg/cm², na outra 20 kg/cm².

Conforme o anteriormente exposto, a resistência do betão em cubos de 20 cm, passado pelo crivo de 1 1/2" e curado em condições «standard» que corresponderá à tensão na estrutura de 30 kg/cm², deverá ser $30 \times 6{,}5 = 195$ kg/cm². Considerando que 10 % dos valores poderão ser inferiores a este, a resistência média que o betão deverá apresentar, será, para um coeficiente de desvio de 15 %, em face da figura $7{,}195 : 0{,}81 = 240$ kg/cm².

Dadas as pequenas espessuras dos contrafortes julgo que não será prudente contar-se com uma idade superior a 90 dias no interior da massa. Assim, será aos 90 dias que o betão deverá apresentar uma resistência de 240 kg/cm², determinada nas condições acima indicadas.

Assente o inerte e as granulometrias a empregar, a dosagem a adoptar dependerá essencialmente das características do cimento, fundamentalmente da sua composição, para igualdade de finura. Por ensaios se determinará qual a dosagem conveniente.

No entanto o conhecimento que nós temos dos nossos cimentos permitir-nos-á «à priori» ter uma ideia da dosagem necessária. Na fig. 11 re-

Fig. 9

Vista geral da barragem de Miranda, tomada de jusante, em Julho de 1960

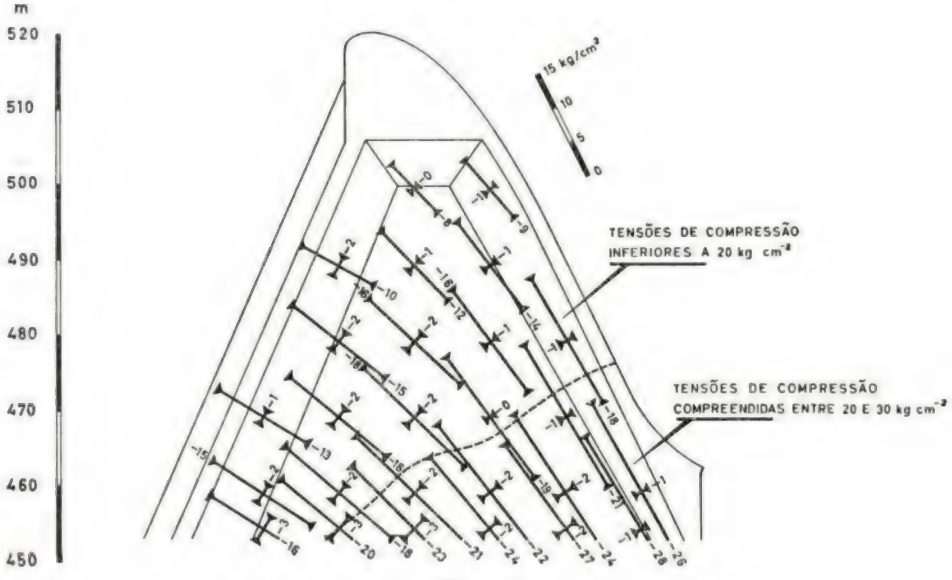


Fig. 10

Barragem de Miranda. Contraforte galgável. Distribuição das tensões principais

presentam-se as resistências de betões aplicados na barragem de Castelo do Bode, em que o material inerte era calhau rolado de cascalheiras do rio Zêzere e o cimento era da fábrica Tejo, modificado no sentido de se lhe limitar o calor de hidratação; resistências de betões da barragem do Cabril, em que o inerte era granito, dum modo geral um pouco alterado, e o cimento era da fábrica Liz, do tipo modificado, igualmente para limitação do calor de hidratação; e resistências de betões da barragem de Picote, em que o inerte era granito e o cimento da fábrica Liz, também do tipo modificado, sendo este o mesmo que se aplicará em Miranda. As composições dos cimentos Tejo e Liz eram bastante diferentes como se indica na mesma figura, o que se fez sentir no desenvolvimento das resistências.

Verifica-se ainda que as resistências dos betões do Cabril foram sensìvelmente mais baixas do que as dos de Picote, embora os respectivos cimentos não diferissem grandemente. Julgamos ser isto devido, em grande parte, à influência da qualidade do agregado, o que aliás foi confirmado, mediante ensaios de betões confeccionados alternadamente com granito de Picote e do Cabril, utilizando o mesmo cimento pois que a composição da granulometria do inerte foi pràticamente a mesma.

A propósito observamos que, pelo menos para as estruturas de dimensões reduzidas em que não será prudente contar com o crescimento da resistência na estrutura para além de 90 dias, o tipo Liz apresentado na figura 11 é mais aconselhável que o tipo Tejo que nela igualmente figura. O crescimento mais rápido da resistência é, como se sabe, devido a maior proporção de silicato tricálcico.

Variando pràticamente a resistência proporcionalmente com a dosagem, a dosagem que em princípio permitirá ao betão apresentar uma resistência aos 90 dias de 240 kg/cm² será, tomando como base os resultados obtidos em Picote:

$$\frac{225}{315} \times 240 = 170 \text{ kg/m}^3$$

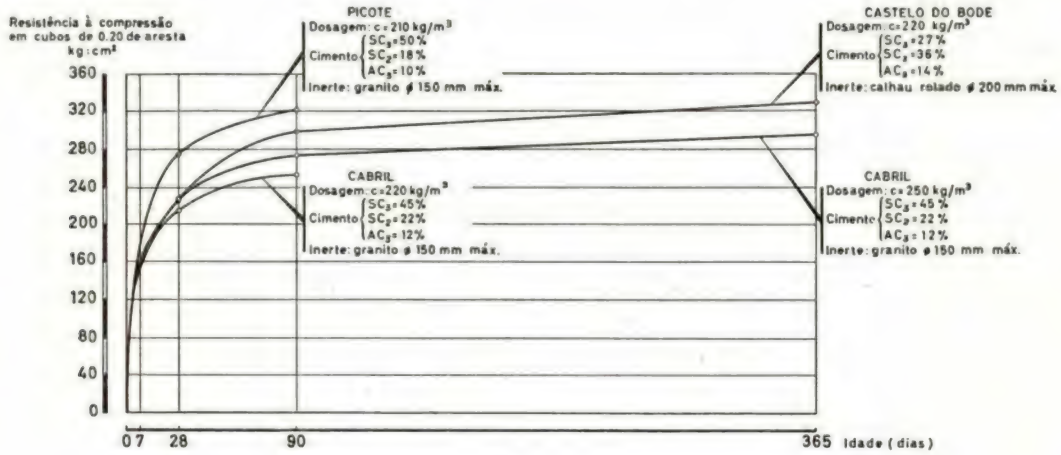


Fig. 11

Comparação da evolução das resistências à compressão entre betões das barragens de Picote, Cabril e Castelo do Bode

Para a zona de tensão de 20 kg/cm² a resistência média necessária para o betão aos 90 dias, seguindo-se o caminho anteriormente indicado seria $20 \times 6{,}5 : 0{,}81 = 160$ kg/cm², e a dosagem necessária

$$\frac{225}{315} \times 160 = 115 \text{ kg/m}^3$$

Em face das condições de exposição a relação A/C a considerar nos paramentos de montante e de jusante da barragem, tendo em conta o quadro n.º 1 poderemos fixá-la em 0,53 por medida de prudência dado os ensaios de que resultaram esses valores não terem sido feitos com os nossos cimentos.

Sendo a quantidade de água a empregar, no caso de betões com «air entrained», e é esse o caso a que se refere o quadro acima referido, 119 l/m³, a dosagem correspondente nos paramentos deverá ser:

$$119 : 0{,}53 = 225 \text{ kg/m}^3$$

A propósito, refiro-me a ter verificado uma certa tendência para se descurar o fabrico de betões de dosagens mais altas. Há que contrariar em absoluto essa tendência obrigando ao mesmo controle rigoroso dos betões de dosagens mais baixas, pois, em caso contrário, perder-se-iam todas as vantagens e não se ficaria nas condições de segurança pretendidas.

Quanto às superfícies laterais dos contrafortes compreendidas entre as zonas dos paramentos de montante e de jusante, julgamos o seu caso correspondente ao caso C do quadro n.º 1, em que se aconselha uma relação A/C igual a 0,58. Para uma quantidade de água de 119 l/m^3, a dosagem de cimento seria 205 kg/m^3.

Dada a espessura nos contrafortes, que varia entre 7 metros na base e 5 metros nas zonas mais altas, como a camada de maior dosagem dos paramentos pelos processos usuais de construção tem uma espessura de 2 a 2,5 metros não chega pràticamente a haver espaço para ser ocupado por betão de núcleo. Por acaso, neste tipo especial de obra a dosagem é condicionada ùnicamente pelo factor durabilidade.

Atendendo às pequenas espessuras de betão nas vizinhanças das juntas entre as cabeças de contrafortes contíguos e à conveniência de reduzir a permeabilidade do betão, decidiu-se, nos paramentos de montante, elevar a dosagem de cimento para 250 kg/m^3. Na parte restante das cabeças dos contrafortes empregou-se a dosagem de 225 kg de cimento por metro cúbico de betão, e reservou-se a dosagem de 205 kg, para a parte dos contrafortes compreendida entre as cabeças.

10.

As notas apresentadas anteriormente foram preparadas em 1959, com a finalidade principal de servirem de base ao estabelecimento das dosagens do betão da barragem de Miranda.

Tendo-se concluído pràticamente a betonagem dessa obra, estamos em condições de apresentar alguns resultados do controle do fabrico dos respectivos betões, quadro 2, bem como as características médias essenciais do cimento empregado, quadro 2-A.

Como se observa, as resistências dos betões pouco diferiram das que tínhamos previsto com base nos betões de Picote. Há a assinalar que o coeficiente de variação dos resultados aos 90 dias dos betões de 225 kg de cimento por metro cúbico, atingiu um valor — 14 % — que embora inferior ao número que nos serviu de base — 15 % — é um pouco alto situando-se no limite do que se poderá classificar como boas condições de fabrico. Para os betões da barragem de Picote, o coeficiente de variação foi de 12 %. O facto dos resultados em Miranda serem um pouco menos bons, atribuímo-lo especialmente às más condições em que já se encontrava o equipamento de fabrico de betão, principalmente balanças, já utilizadas em várias obras.

Quanto à durabilidade dos betões, ainda é cedo para nos pronunciarmos, mas esperamos que o futuro venha a mostrar que as composições empregadas foram de facto adequadas. No entanto, já se pode observar que após um galgamento contínuo da barragem durante 5 meses, os betões do paramento de jusante não apresentam qualquer sinal de ataque.

QUADRO 2

Barragem de Miranda

Controle do fabrico de betões

Betões de dimensão máxima de agregado de 150 mm e com «air entrained».

Provetes: cubos de 20 cm de aresta fabricados com betão crivado por malha quadrada de 38 mm e conservados em ambiente saturado de humidade à temperatura de 20 °C.

Composição granulométrica do inerte:
(dimensões em mm)

150—75 = 32 %; 75—38 = 22,4 %; 38—19 = 8 %; 19—10 = 9,6 %; 10—5 = 8 %; 5—0 = 20 %

Dosagens de cimento (Kg m^{-3})	Número de ensaios «n» (a)	Tensões médias de rotura à compressão «Rm» (Kg cm^{-2})			Coeficientes de variação dos resultados «V» %		
		7 dias	28 dias	90 dias	7 dias	28 dias	90 dias
250	138	213	314	269	24	17	14
225	289	189	285	333	22	16	14
205	119	169	260	305	17	13	12

Coeficiente de variação: $V = \frac{\sqrt{\frac{\Sigma (R_i - R_m)^2}{n-1}}}{R_m} \times 100$

Resistência média: $R_m = \frac{\Sigma R_i}{n}$

R_i: Resistências individuais.

QUADRO 2-A

Características essenciais do cimento utilizado, segundo ensaios efectuados no L. N. E. C. sobre 10 amostras

Percentagens médias dos componentes principais	Resistências médias à compressão (Regulamento Português de 22-11-956)
Silicato tricálcico. . . . . 39 %	
Silicato bicálcico. . . . . 26 %	Aos 7 dias: 226 kg cm^{-2}
Aluminato tricálcico . . . . . 8 %	Aos 28 dias: 366 kg cm^{-2}
Ferro aluminato tetracálcico 17 %	

(a) A cada ensaio correspondem 3 provetes.

ESTUDO DUM GERADOR ELECTRÓNICO DA SUB-HARMÓNICA f/2

Técnicas n.os 309 e 310

ERRATA

Localização	Onde se lê	Deve ler-se:
Cap. II-1, pág. 250, coluna II:	A letra *e* designa valores instantâneos das tensões...	A letra *e* designa valores instantâneos de tensões...
Cap. III-2, pág. 258, coluna I:	... nas duas metades de bobine (1).	...nas duas metades da bobine (1).
» » pág. 259, coluna I:	$a = 2\frac{S_- - DS}{1 + 2S_+ DR}$ III-28	$a = 2\frac{S_- - DS_+}{1 + 2S_+ DR}$ III-28
	$b = \frac{1}{2}\frac{T_+}{1 + 2S^+ DR}$ III-29	$b = \frac{1}{2}\frac{T_+}{1 + 2S_+ DR}$ III-29
Cap. IV-1, pág. 336, coluna I:	$\left\{ \frac{d\varepsilon}{d\tau} = -A \quad B\cos 2\phi - G \right.$ ... IV-8	$\left\{ \frac{d\varepsilon}{d\tau} = -A - B\cos 2\phi - G \right.$ ... IV-8
Cap. VI-2, pág. 353, coluna I:	diferente daquele que se obtém...	diferente daquela que se obtém...
Apêndice I-2.5, pág. 262, coluna I:	resulta um elevado valor da constante K de cargas especiais...	resulta um elevado valor da constante K de cargas espaciais
Apêndice I-3.3, pág. 265, coluna I:	...iniciando-se a curva por um traço...	...iniciando-se a curva por um troço...
Apêndice I-4.2, pág. 266, coluna I:	(Intercale-se antes da expressão AI-10 o seguinte parágrafo) →	Para isso consideramos $i_e(e_g)$ para um certo e_a constante desenvolvido em série de Taylor num ponto $e_g = E_g$, obtém-se:
Apêndice I-6, pág. 267, coluna II:	**6 — Corrente de emissão com uma tensão de grelha comando alternada sinusoidal**	**6 — Corrente de emissão com uma tensão de comando alternada sinusoidal.**
Apêndice I-6.1, pág. 267, coluna II:	... definido pela tensão contínua de E_g e pela tensão...	...definido pela tensão contínua de grelha E_g e pela tensão...

AÇO TOR

O AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO COM
MAIOR VENDA NO MUNDO

TENSÃO DE SEGURANÇA 2 400 Kg/cm²
SEM GANCHOS

Especifique
AÇO TOR
com o símbolo

SOABAL – SOCIEDADE DE AÇOS PARA BETÃO ARMADO, LDA.
RUA JOAQUIM BONIFÁCIO, 2, 1.º — TELEF. 4 05 66 — LISBOA

um sucesso no progresso!

C. D. U. 532.574.4.073

O CANAL HIDRODINÂMICO DO LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

POR NUNO MARTINS
Eng.º Assistente do L. N. E. C.

I — INTRODUÇÃO

O conhecimento, tanto quanto possível, exacto dos caudais é da máxima importância para a engenharia hidráulica.

Esse facto justifica a grande quantidade de métodos que ao longo dos tempos tem vindo a ser utilizados para a sua determinação. Entre todos, pela generalidade e pela precisão que permite, destaca-se o método indirecto em que os caudais são obtidos a partir do conhecimento das velocidades e estas determinadas por molinetes — aparelhos constituídos por um órgão que roda sob a acção do movimento da água (hélice, roda de pás, de palhetas ou de baldes), sendo a velocidade desse órgão função da velocidade do escoamento.

A precisão do método está directamente relacionada com o número de pontos-base utilizados, com o conhecimento exacto da forma da secção transversal e com a determinação da própria velocidade.

Para cada molinete, a correspondência entre a velocidade da água e a velocidade de rotação do aparelho pode exprimir-se por uma equação linear do tipo:

$$V = a + b\,n$$

em que

V — velocidade do escoamento
n — velocidade de rotação do órgão móvel do molinete
a, b — constantes do aparelho

O valor das constantes é determinado experimentalmente em canais hidrodinâmicos.

Para que as indicações dos molinetes possam oferecer confiança torna-se indispensável usar determinados cuidados, um dos quais consiste em empregar durante a sua utilização o mesmo tipo de óleo que se usou durante a taragem. Além disso, como as peças móveis dos molinetes são em geral bastante delicadas, o valor das constantes varia, sempre que o molinete sofre qualquer choque, acidente muito frequente quer durante a utilização do aparelho, devido a objectos em suspensão arrastados na corrente líquida, quer nas próprias operações de montagem e de transporte.

Assim, torna-se indispensável proceder a aferições frequentes, geralmente uma para cada campanha de utilização (caso de medição contínua de velocidades em rios) e mesmo antes e após cada utilização (caso da determinação do rendimento de turbinas em centrais hidroeléctricas).

O número sempre crescente de molinetes utilizados no continente e no ultramar, para conhecimento de elementos hidrológicos fundamentais, há muito que impunha a construção de um canal de aferição no nosso País, onde fàcilmente se realizassem as operaçõcs de taragem sem ter que recorrer a laboratórios estrangeiros.

Para um canal destinado a aferição de molinetes são suficientes as dimensões de $1{,}20 \times 2{,}50 \times 60{,}00$ m, desde que se utilize um carro móvel com características de aceleração e velocidade compatíveis com aqueles valores, sobretudo na parte respeitante ao comprimento.

Reconhece-se também haver a maior vantagem em proporcionar à engenharia naval portuguesa um canal para o ensaio de hélices e carenas de barcos, em que se possam estudar convenientemente as unidades construídas em estaleiros nacionais.

Um canal destinado a ensaios de reboque exige dimensões superiores que se podem fixar, como ordem de grandeza, em $1{,}80 \times 3{,}00 \times 60{,}00$ m. Este mesmo canal, com equipamento especial, permitiria também efectuar ensaios de auto-pro-

pulsão, desde que se sigam as técnicas dos «pequenos canais hidrodinâmicos» (1) (2).

As técnicas de ensaios nestes canais são diferentes das utilizadas nos chamados «grandes canais hidrodinâmicos» com largura da ordem da dezena de metros.

Verificada a possibilidade de, com um ligeiro aumento do custo das instalações, se conseguir um canal hidrodinâmico capaz de permitir a realização dos dois tipos de ensaios atrás referidos, não haveria que se hesitar entre a sua preferência. E, assim, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil reconhecendo a grande utilidade que representava para o País um tal empreendimento coordenou todos os esforços no sentido da sua efectivação tendo um dos engenheiros da Divisão de Hidráulica efectuado um estágio no canal de experiências hidrodinâmicas de Madrid (3) e mais recentemente visitado os canais hidrodinâmicos de Delft.

Vencidas dificuldades de várias ordens, o canal hidrodinâmico do LNEC é hoje uma realidade, faltando apenas adquirir alguma aparelhagem complementar, para que se possam efectuar os ensaios de hélices de barcos e de carenas.

Para os encargos financeiros com esta obra contribuiram as províncias de Angola e Moçambique e a Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos.

II — CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO

II.1 — *Localização*

O canal de aferição de molinetes do LNEC situa-se no pavilhão de ensaios da Divisão de Hidráulica, anexo ao pavilhão da Secção de Hidráulica Marítima, fig. 1, 2 e 3.

II.2 — *Elementos de construção civil*

O canal em betão armado tem as dimensões de 76,50 × 3,00 × 2,50 m (4). No início do canal e numa extensão igual ao comprimento do carro (5 m) existe um pequeno corredor, separado do canal por 3 janelas de vidro, destinado a observar horizontalmente a posição correcta dos modelos a ensaiar. Nesta zona a profundidade do canal é apenas de 1,5 m.

A alimentação do canal faz-se directamente a partir da rede da Companhia das Águas de Lisboa.

O esgoto realiza-se para o colector geral até à profundidade de 1,5 m, havendo necessidade de bombar a parte restante, visto o colector não ter cotas que permitam o escoamento directo.

II.3 — *Suporte das barras*

As barras aéreas que fornecem energia ao carro, estão suspensas numa estrutura metálica que se apoia nas asnas da cobertura do pavilhão.

II.4 — *Carris*

Tratando-se de uma instalação de alta precisão tomaram-se todas as medidas para que os caminhos de rolamento do carro não introduzissem erros nas medições. Para isso as faces superiores das cabeças dos carris e as 2 laterais do carril-guia foram aplainadas de modo que a tolerância máxima nas suas dimensões não ultrapassasse ∓ 0,1 mm.

Cuidados idênticos se utilizaram na montagem dos carris de modo a obter-se nivelamento e alinhamento compatíveis com o valor anterior, o que se consegue por meio de parafusos que existem nos suportes metálicos dos carris.

III — COMANDO E FUNCIONAMENTO DA INSTALAÇÃO

III.1 — *Generalidades*

O carro (fig. 4), modelo C-36 foi fabricado na casa alemã A. OTT de Kempten.

Tem uma bitola de 3,30 m. A velocidade máxima é de 5 m seg^{-1}, possuindo um campo de regulação superior a 1:225.

III.2 — *Accionamento do carro*

O accionamento do carro realiza-se por um motor de corrente contínua de 6,8 kW, de excitação independente, que acciona as duas rodas

(1) — The Experimental Towing Tank — Ten Year Report — 1946.

(2) — The Society of Naval Architects and Marine Engineers — «Transactions Volume 59 de 1951» — «Self Propulsion Tests Small Models».

(3) — Segundo Serviço — Divisão de Hidráulica — Secção de Hidráulica Fluvial — «Missão de estudo no canal de experiências hidrodinâmicas de Madrid por A. Lencastre» — Relatório.

(4) — Prevê-se a ampliação, em comprimento, se as necessidades futuras o exigirem.

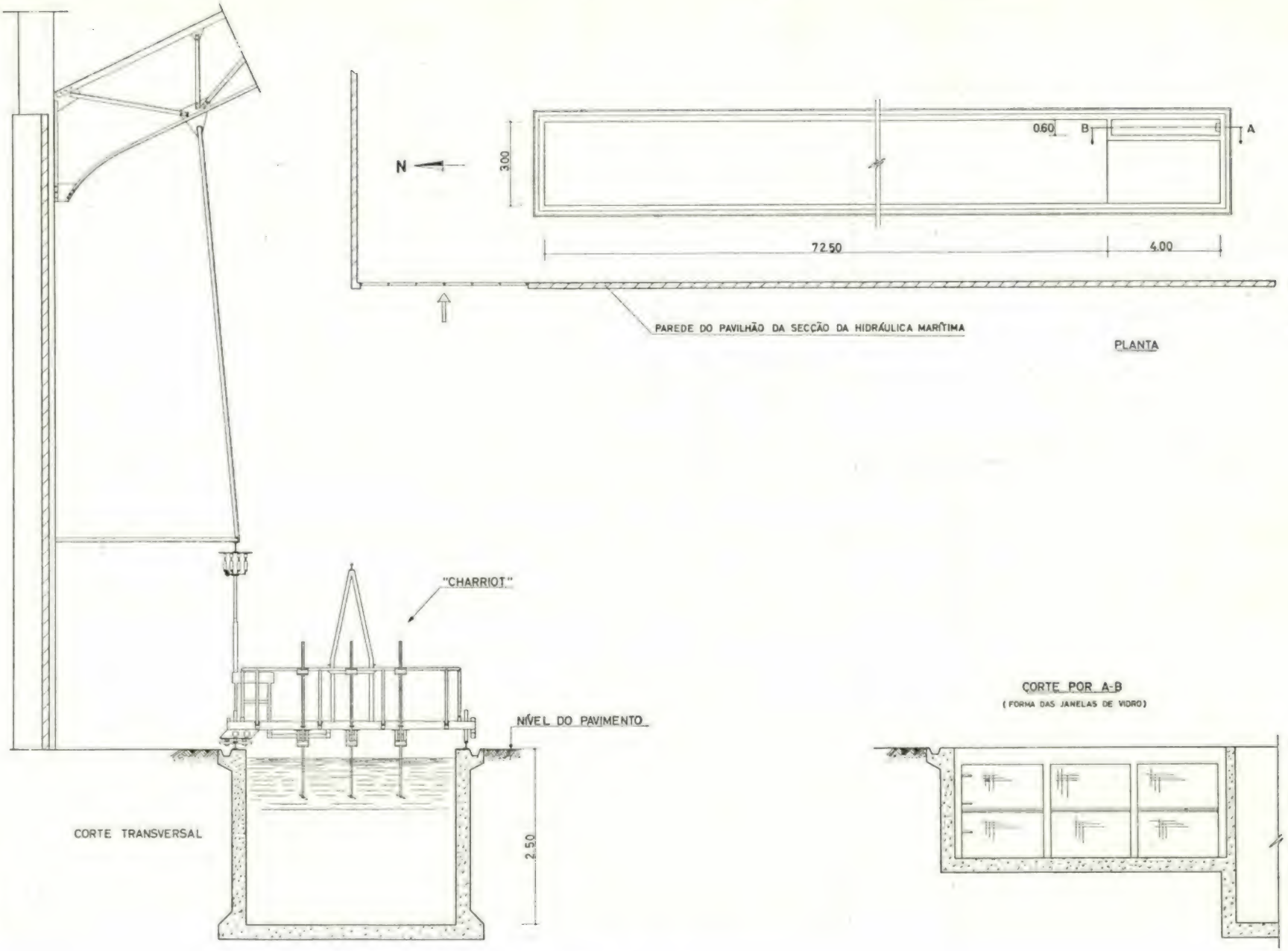


Fig. 1 — Planta, cortes e pormenores

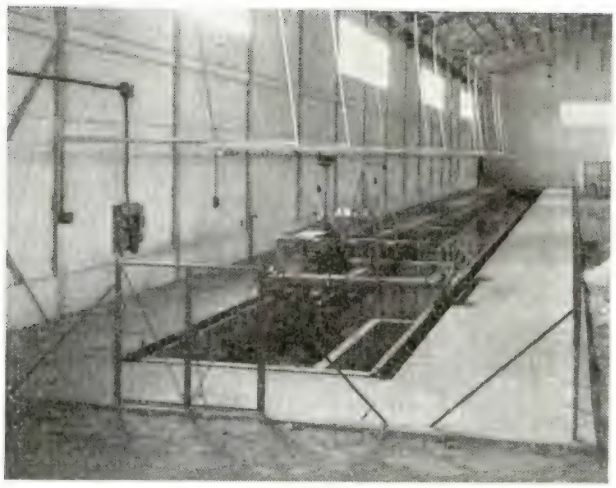


Fig. 2

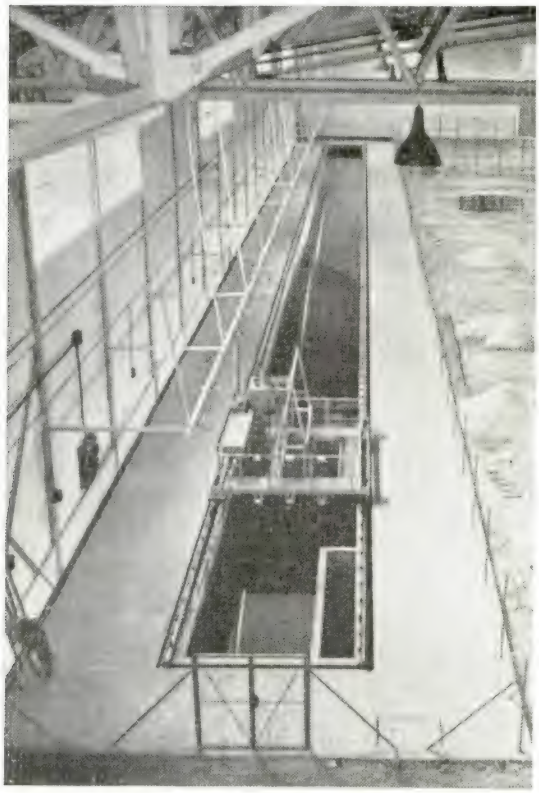


Fig. 3

anteriores através de uma caixa de engrenagem com veios de transmissão.

A potência do motor só no arranque para alta velocidade ou na velocidade máxima é plenamente aproveitada, dando-se neste caso o arranque com 1,5 vezes a corrente nominal, o que corresponde a 50 ampères, para obtenção de uma aceleração de arranque de cerca de 0,7 m seg^{-2}. Imediatamente após alcançar a velocidade de regime a potência do motor baixa até uma fracção da potência nominal.

Os percursos de arranque e de travagem do carro a 0,7 m seg^{-2} de aceleração estão indicados no quadro seguinte:

Velocidade do ensaio (m seg^{-1})	Percurso de arranque (m)	Percurso de travagem (m)
1	1	0,5
2	3	1,5
3	7	3,5
4	12	6,0
5	18	9,0

Como o carro tem um comprimento de 5,0 m, verifica-se fàcilmente qual o comprimento útil do canal, a velocidade constante, para cada ensaio. Por exemplo, para a velocidade máxima o percurso utilizável é apenas de

$$76{,}5 - (18 + 9 + 5) = 44{,}5 \text{ m}$$

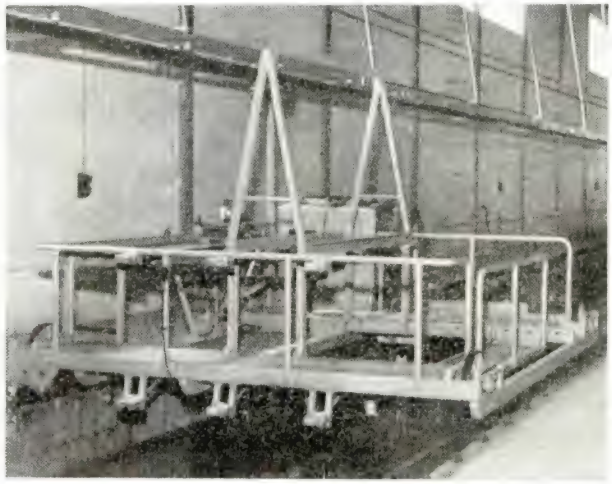


Fig. 4

Este valor é suficiente para os ensaios de molinetes hidráulicos. Para ensaios de pequenos barcos utilizam-se, em geral, velocidades menores que 5,0 m seg^{-1} e então o percurso a velocidade constante é maior, sendo o tempo de que se dispõe suficiente para realizar as medições.

DKM 1 — O pequeno teodolito de triangulação, de duplo círculo e de exactidão espantosa.
Leituras de confiança por meio dos dois limbos diametralmente opostos.
De fácil transporte por ser compacto e de pouco peso
Pode-se fornecer com o novo tripé de centragem automática, que permite pô-lo ràpidamente em estação.

Peça o prospecto descritivo.

Kern SWISS

KERN — Instrumentos geodésicos de fama mundial pela perfeição técnica e precisão.

REPRESENTANTES PARA PORTUGAL:

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.ª, L.DA

RUA DE SANTO ANTÓNIO, 137-145 — PORTO — TEL. 20254/5
RUA ANTERO DE QUENTAL, 17-1.º — LISBOA — TEL. 53366

Nos novos horizontes da industrialização

YALE

presta uma comprovada
e inexcedível colaboração,
resolvendo qualquer problema
de transporte e armazenamento
na sua fábrica, na sua oficina,
no seu armazém.

Representantes exclusivos:
HENRY M. F. HATHERLY, LDA.

Rua do Comércio, 8-5.º • Telefone 36 29 61 • Lisboa

119

ELECTRO TÉCNICOS

ELECTROTÉCNICOS REUNIDOS (LUANDA) LDA.

LUANDA

INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

ADJUDICATÁRIOS:

Subestações de 30/20 KV no Lobito e em Benguela da Companhia Eléctrica do Lobito e Benguela

III.3 — *Sistemas Ward-Leonard para alimentação do motor do carro e do dinamómetro de hélice*

O sistema Ward-Leonard encontra-se em frente, à direita sobre o carro e consta de:

— 1 motor de corrente trifásica — 11 Kw; 380 V, 50 Hz

— 1 gerador W. Leonard de 7,5 Kw e 220 V, para alimentação do motor do carro

— 1 máquina excitatriz de 1,5 Kw e 220 V

— 1 pequeno gerador W. Leonard de 0,6 Kw, 220 V, para alimentação do motor do dinamómetro de hélice, para ensaios de modelos de barcos.

III.4 — *Motor de accionamento*

As principais características do motor de corrente contínua, com excitação independente, são as seguintes:

Potência	6,8 Kw
Induzido	220 V
Indutor	220 V
Velocidade nominal	3000 r.p.m.

No outro extremo do veio do motor encontra-se montado um travão magnético de travagem por extinção da corrente.

III.5 — *Gerador-taquímetro*

Acopulado ao motor de accionamento do carro, existe um pequeno gerador-taquímetro que fornece tensão a um voltímetro graduado em velocidades no qual se pode ler a velocidade do carro O instrumento de medida tem duas escalas para campos de velocidades de 0 a 5,7 m seg^{-1} e de 0 a 0,38 m seg^{-1}.

III.6 — *Comando*

Como se referiu atrás o carro tem dois escalões de velocidade em que o menor tem uma desmultiplicação de cerca de 1:15 em relação ao escalão superior. As mudanças para um ou outro escalão realizam-se estando o motor parado, por meio da alavanca de mudanças na caixa de engrenagem.

III.7 — *Quadro de comando*

O quadro de comando (fig. 5) contém, além do instrumento indicador de velocidade do carro e potenciómetros para comando quer manual quer electrónico, os seguintes elementos:

a) Comutadores de sentido para os comandos electrónicos e manual.

b) Amperímetro para indicação do consumo do motor de arranque.

c) Voltímetro-amperímetro para controle do dinamómetro de hélice.

d) Dispositivo de segurança que permite parar instantâneamente o carro em caso de imergência.

e) Dispositivo de comando para protecção e arranque estrela-triângulo do motor de corrente trifásica accionador do sistema Ward Leonard.

f) Tomadas de correntes c. c. a 220 V para ligação do dinamómetro de hélice.

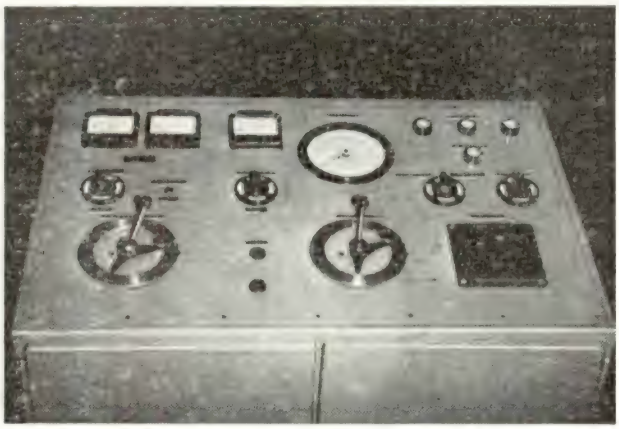


Fig. 5

III.8 — *Roda de contactos para determinar o percurso do carro*

Embora a velocidade do carro possa ser indicada no instrumento descrito, realiza-se a determinação exacta daquela grandeza marcando o trajecto percorrido e o tempo num cronógrafo de seis canais sobre um papel de registo (fig. 6).

Os contactos que enviam para o registo os impulsos correspondentes ao percurso do carro encontram-se sobre 3 coroas circulares da face de uma roda solidária com este.

Podem regular-se de forma a estabelecer contacto todos os 1,5 m, 0,5 m ou 0,1 m.

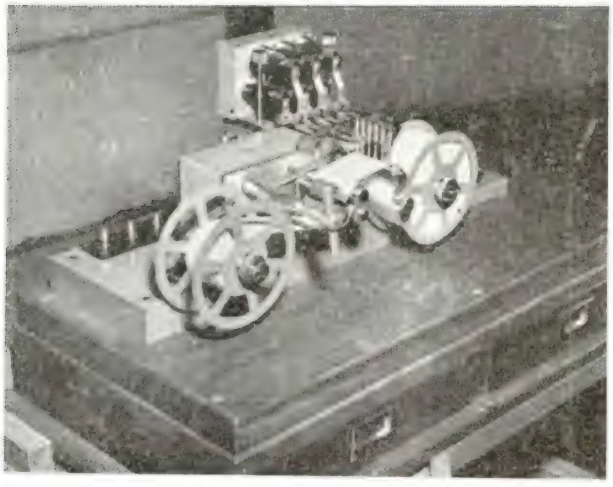


Fig. 6

IV — TÉCNICA USADA PARA A AFERIÇÃO DE MOLINETES

Verificadas as condições de funcionamento mecânico do molinete, procede-se à sua fixação ao carro, dando-se, em seguida, início às operações de aferição.

A fixação do molinete pode fazer-se por haste vertical rígida, por haste móvel ou por cabo suspenso, sendo variáveis as constantes para cada tipo de fixação e, portanto, diferentes também as equações de taragem do aparelho.

O ensaio de aferição pròpriamente dito consiste em realizar cerca de duas dezenas de corridas com o carro a velocidades diferentes. O gráfico do cronógrafo (fig. 7) indica simultâneamente o caminho percorrido, o tempo correspondente e o número de rotações da hélice do molinete.

Com os valores do percurso e do tempo determina-se a velocidade de deslocação do carro (equivalente à velocidade de escoamento da corrente líquida), após o que, gràficamente se representa a função $V = f(n)$. Geralmente esta função traduz-se por 2 ou 3 segmentos de recta com coeficientes angulares e ordenadas na origem diferentes.

Analìticamente determinam-se as correcções a introduzir nos coeficientes anteriores e, finalmente, os pontos de intercepção entre os diversos segmentos de recta que definem os limites para os quais é válida a curva de aferição correspondente.

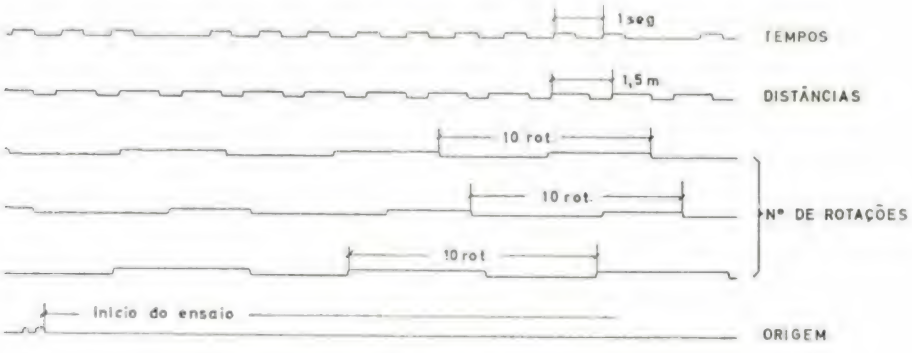


Fig. 7

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

José Fernando Pinharanda, João Carvalho Marques, António Pires Carreto, José Manuel Gonçalves, Alberto Romão Dias e Rui Rocha Santos

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 330.11

As cinco fases do crescimento económico dos países — Adaptação de um artigo de Rostov — *Helena Cabral.*
Indústria Portuguesa, 2-961, n.º 396, pág. 50-54.

C. D. U. 378.009

Función social de la Universidad — *Carlos Sanchez Viamonte.*
Ciencia y Tecnica, 7-959, vol. 127, n.º 640, pág. 288-304.

C. D. U. 378.4

Algunas consideracioncs sobre semejanzas y diferencias entre las universidades europeas, norte-americanas y latino-americanas — *Félix Cernuschi.*
Ciencia y Tecnica, 7-959, vol. 127, n.º 640, pág. 280-287.

C. D. U. 378.4 (42)

Universidades Britânicas — *Neil A. R. Mackay.*
Ciencia y Tecnica, 7-959, vol. 127, n.º 640, pág. 251-254.

C. D. U. 378.4 (43)

Universidades Alemanas — *Catalina Schirber.*
Ciencia y Tecnica, 7-959, vol. 127, n.º 640, pág. 255-258.

C. D. U. 378.4 (44)

La formación de los científicos y técnicos en Francia — *Monique Sage de Romaña.*
Ciencia y Tecnica, 7-959, vol. 127, n.º 640, pág. 259-264.

C. D. U. 378.4 (45)

Universidades Italianas — *J. R. Sarolli.*
Ciencia y Tecnica, 7-959, vol. 127, n.º 640, pág. 265-269.

C. D. U. 378.4 (46)

La Universidad y la República en España — *Nicolás Sánchez-Albornoz.*
Ciencia y Tecnica, 7-959, vol. 127, n.º 640, pág. 276-279.

C. D. U. 378.4 (47)

Universidades Soviéticas — *Juan G. Roederer.*
Ciencia y Técnica, 7-959, vol. 127, n.º 640, pág. 270-275.

C. D. U. 531.789.1

Shaft Torque Measurement — The latest type of electric torsionmeter for marine and industrial use — *H. H. Smith, I. F. Nicolson.*
Engineering Review, 5-960, vol. 1, n.º 4, pág. 178-183.

C. D. U. 549.755 35 : 553.495 (469.311.16)

Contribuições para o conhecimento dos minerais de urânio portugueses. IV — A Sabagalite de Castelejo — *Francisco Mendes; A Sandres Furtado.*
Rev. Fac. Ciências (Lisboa). C. Cienc. Nat., 1960, vol. 8, n.º 1, pág. 97-108.

C. D. U. 521.21 (469.913)

A erupção dos Capelinhos (Açores) e A Energia das Regiões Vulcânicas — *Frederico Machado.*
Electricidade, 7-9-960, vol. 1, n.º 15, pág. 344-346.

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º

Telefones: 2 8685 - 2 6865 ✦ Telegramas: SETANSOL

RÓDIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Chefe: **Walter Weyermann**

COMPANHIA
"CIMENTO TEJO"

TEJO

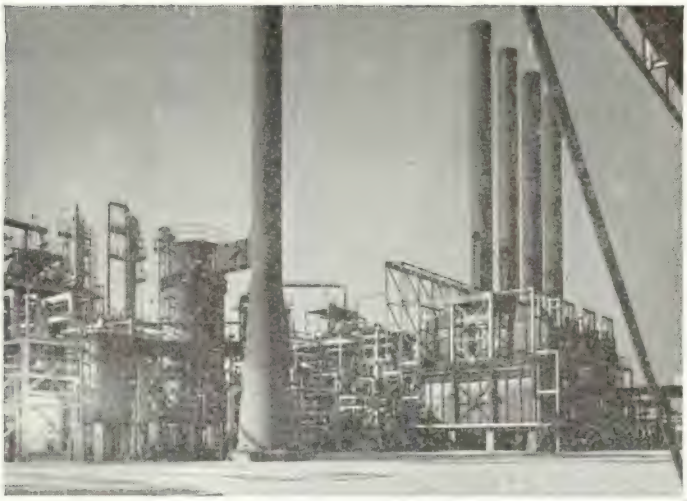
CIMENTO PORTLAND NORMAL

Em todos os trabalhos de responsabilidade utilize

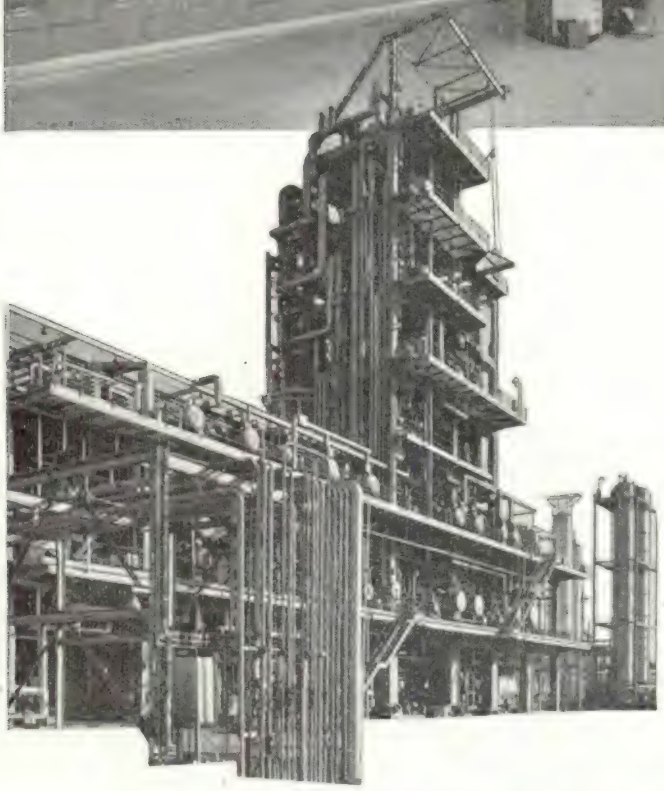
CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA COM
CINCO LINHAS DE FABRICO

SEDE: R. DA VITÓRIA, 88 — LISBOA 2
TELEF. 2 89 53 / 2 85 52



NOVA UNIDADE DE ETILENO EM FUNCIONAMENTO DA SHELL CHEMICAL COMPANY EM CARRINGTON, INGLATERRA



Acaba de ser posta em funcionamento a nova Unidade de Etileno da Shell Chemical Company Ltd., em Carrington, Inglaterra. Esta unidade foi construida para a Shell pela Kellogg International Corporation de Londres. Destina-se a produzir anualmente 55.000 toneladas de Etileno proveniente de um alimentador directo de nafta.

Além de produtos de Etileno de elevada pureza, a nova unidade produz gasolina debutanizada, óleo combustivel, um produto Butadieno Butileno, com Propileno e Etano, e mais um gás de refinaria para combustivel.

A nafta é fraccionada em fornos de separação a vapor Kellogg usando um vapor muito baixo à raiz de nafta para obtenção do melhor rendimento a custo mínimo de operação. Para que a economia do processo de operar seja ainda maior, o efluente dos fornos separadores é temperado e subsequentemente lavado com gasoil para remover polímeros e sólidos misturados. É utilizado intercâmbio de calor para gerar vapor a pressão média. Após separação dos produtos pesados, o gás remanente é sujeito a lavagem com água e soda cáustica, secagem, e remoção de acetilene, artes de passar à secção de separação a baixa temperatura, para recobragem de Etileno e outras fracções.

A refrigeração é feita usando Etileno e Propileno como refrigerantes, com três níveis de temperatura em cada um dos casos, sendo o mais baixo a 150°F. Obtém-se um maior grau de arrefecimento utilizando o efeito Joule-Thompson no Demetanizador. É empregado um sistema de intercâmbio de calor extensivo para manter a carga de refrigeração a um mínimo e assim manter baixo o custo de operação.

A Unidade No. II de Carrington é a primeira construida para a Shell pela Kellogg International Corporation no Reino-Unido. A Kellogg International Corporation forneceu serviços completos abrangendo todos os aspectos de esquema do processo, engenharia, aquisição e construção, juntamente com uma equipa de operadores para o programa ser posto em execução.

KELLOGG

KELLOGG INTERNATIONAL CORPORATION

KELLOGG HOUSE · 7-10 CHANDOS STREET · CAVENDISH SQUARE · LONDON W.1

SOCIETE KELLOGG · *PARIS* · THE CANADIAN KELLOGG COMPANY LTD · *TORONTO*
KELLOGG PAN AMERICAN CORPORATION · *BUENOS AIRES* · COMPANHIA KELLOGG BRASILEIRA
RIO DE JANEIRO · COMPAÑIA KELLOGG DE VENEZUELA · *CARACAS*

Subsidiárias de THE M. W. KELLOGG COMPANY NOVA IORQUE

C. D. U. 551.573

Fórmulas para calcular la evaporación — *Oscar J. Bonet; José M. Rafto.*

La Ingenieria, 1960, vol. 64, nº 978, pág. 103-106.

C. D. U. 551.7 (673.3)

Estratigrafia da região de entre Benguela e o Cabo de Santa Maria (Angola) — *M. G. N. Mascarenhas Neto.*

Memórias e Notícias, 1960, n.º 49, pág. 1-14.

C. D. U. 552.322.2 (469.311.22)

Pegmatitos com berilo, columbite-tantalite e fosfatos da Bendada (Sabugal, Guarda) — *J. M. Correia Neves.*

Memórias e Notícias, 1960, n.º 50, pág. 1-169 e mapas.

C. D. U. 552.331.7 (469.421.25)

O teschenito do doneo eruptivo da Fonte da Bico (Rio Maior). Contribuições para o seu estudo — *Miguel Montenegro de Andrade.*

Est. Not. Trab. SFM, vol. 14, n.º 1-2, pág. 57-63.

C. D. U. 552.4 (469.312)

Petrografia das rochas metamórficas de contacto da região de Tondela, Nelas, Ervedal da Beira e Santa Comba Dão — *Ludgero Pilar; Arménio Tavares Rocha.*

Rev. Fac. Ciências (Lisboa) — C. — Cienc. Nat., 1960, vol. 8, n.º 1, pág. 5-50.

C. D. U. 553.495 : 549.755.35 (469.311.16)

Contribuição para o conhecimento dos minerais de urânio portugueses. IV — A Sabagalite de Castelejo — *Francisco Mendes; A. Sanches Furtado.*

Rev. Fac. Ciências (Lisboa) — C. — Cienc. Nat., 1960, vol. 8, n.º 1, pág. 97-108.

C. D. U. 62.001 : 539.21

Irradiation as an industrial process — *M. C. Crowley — Milling.*

Engineering Review AEI, 9-960, vol. 1, n.º 3, pág. 112-125

C. D. U. 620.1 : 621.224 : 621.313.12 — 75

Inspection and testing at materials for turbines and generator — *L. E. Benson J. Johnson.*

Engineering Review AEI, 5-960, vol. 1, n.º 1, pág. 18-32

C. D. U. 620.179.6 : 535.41

Surface Roughness Measurement — *D. A. Parker, C. k V. Owen.*

Engineering Revtew AEI, 9-960, vol. 1, n.º 3, pág. 126-129

C. D. U. 620.92

El gas como una de las bases de la economia industrial en Europa — *Juan Pastor Rapérez.*

Dyna, 5-960, vol. 35, n.º 5, pág. 360-370.

C. D. U. 621 — 523.2 : 656.863

Magnetic Destinatiou Marking for Pneumatic — Tube Carriers — *J. Lindner und F. Mittag.*

SEL-Nachr. 8, 1960, n.º 1, pág. 1-7.

C. D. U. 621 — 713.1 : 621.3.017.72 : 621.315.51

Cooled copper conductores for electrical equipment — *G. W. G. Cogle, E. R. Hartill, J. Tudge.*

Engineering Review AEI, 5-960, vol. 1, n.º 4, pág. 146-161.

C. D. U. 621.23 : 621.833

A high-speed gearbox for Canada — *C. E. Gay.*

Engineering Review AEI, 9-960, vol. 1, n.º 3, pág. 136-140.

C. D. U. 621.3.013.8 : 621.313.322

Excitation control sistems for large a.c. generators — *C. B. Cooper, L. R. Girling.*

Engineering Review AEI, 5-960, vol. 1, n.º 2, pág. 75-82.

C. D. U. 621.3.018

Frequências naturais de circuitos oscilantes — *Franklin Guerra.*

Engenharia, 7-960, n.º 27, pág. 39-43.

C. D. U. 621.3.04 : 681.14

A New Look at Large Machine Dèsign — *D. D. Stephen.*

Engineering Review, 5-960, vol. 1, n.º 1, pág. 3-9.

C. D. U. 621 311 (469)

Distribuição de Energia Eléctrica em Portugal — *A. M. da Silva Salta.*

Electricidade, 10/12-960, n.º 16, pág. 403-407.

C. D. U. 621.311.00.11 "1951/59"

A produção de energia eléctrica no período 1951/59 e o seu futuro desenvolvimento — *A. C. Xerez.*

Electricidade, 4/6-960, n.º 14, pág. 209-215.

C. D. U. 621.311.00.11 : 621.311.21 (469.3/5) "1951/59"

A produção de energia eléctrica no período 1951-59 e o seu futuro desenvolvimento — *A. C. Xerez.*

Electricidade, 10/12-960, n.º 16, pág. 398-402.

C. D. U. 621.311.162:621.22:621.311.21 (469.331.22) (Belver)

Estudo dos problemas hidráulicos condicionantes do aumento de potência, instalada na Central de Belvor *F. Manzanares Abecasis.*

Electricidade, 10/12-960, n.º 16, pág 379-386.

C. D. U. 621.311.2

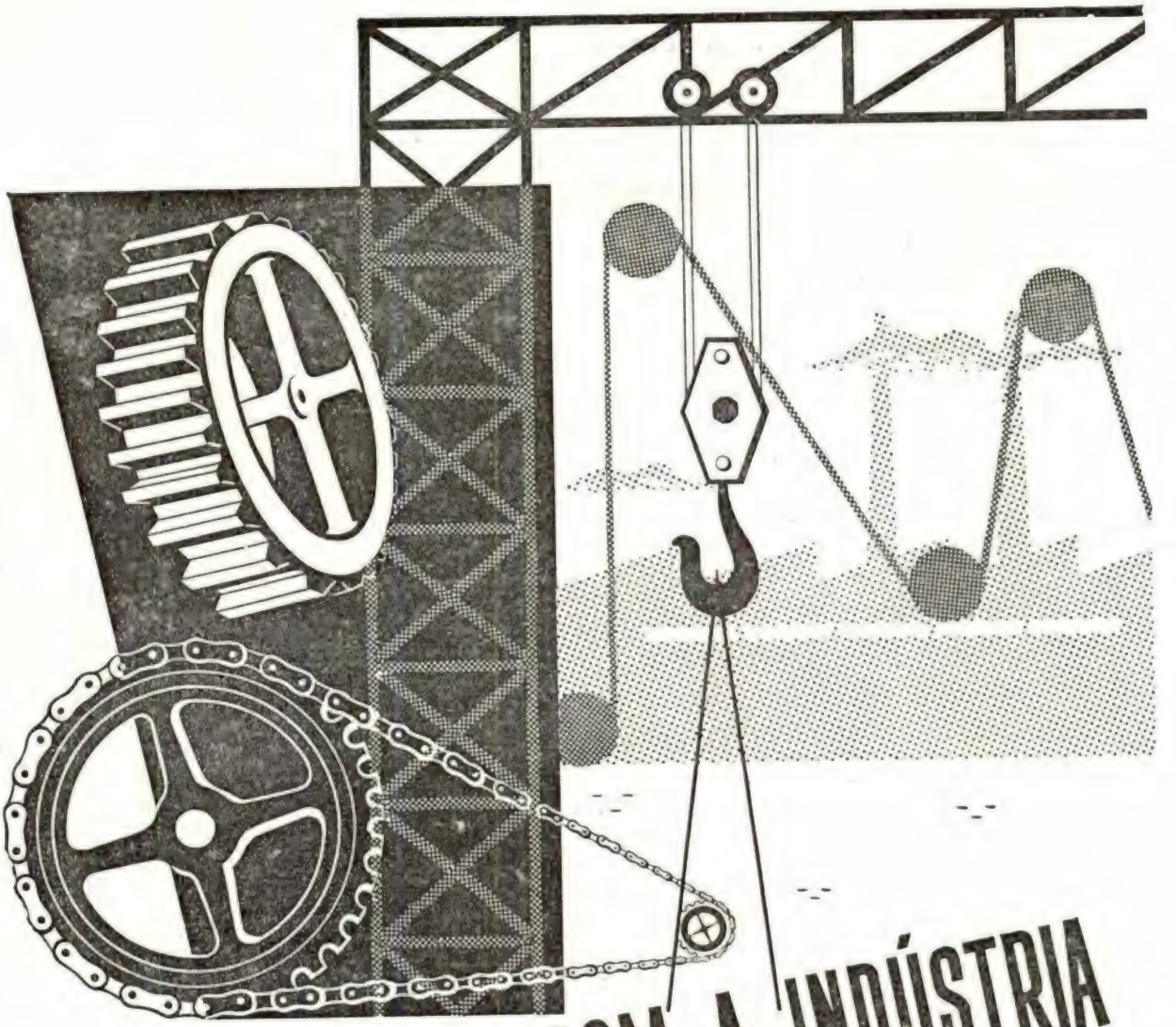
A new spanish power station — *D. J. Westcott.*

Engineering Review AEI, vol. 1, n.º 2, pág. 68-70.

C. D. U. 621.311.2 : 621.039

Progressos y perspectivas técnicas y económicas de centrales nucleares en el momento actual — *José M. Otero Novascués.*

Dyna, 5-960, vol. 35, n.º 5, pág. 346-359.



COLABORANDO COM A INDÚSTRIA

NA LUBRIFICAÇÃO DE TODOS
OS SISTEMAS DE ENGRENAGENS

LUBRIFICANTES

Sonap

57-154

C. D. U. 621.311.21 (946)

Nouvelle centrale hydraulique en Tasmanie (Australie) — *Herbert Galleth.*

Revue Siemens 18, 1960, pág. 340; 1 fig.

C. D. U. 621.316.5

New Control Stations on the Unit-construction-Principle — *Ursula Schuster.*

Siemens Review 17, 1960, pág. 339-341; 6 fig.

C. D. U. 621.316 544.1

The Crossbar Switcg «KS 55 f» (flat).

SEL-Nachr 7, 1959, n.° 4, pág. 208-209.

C. D. U. 621.316.57.064.44

Cellules blindées avec disjoncteurs magnétiques débrochables à 3,6 et 7,2 kV — *Latzko, J.*

Rev. Brown Boveri, t. 46, 1959, n.° 9, pág 497-506; 9 fig

C. D. U. 621.316.925.45 : 621.332.3

Protection de distance pour les lignes de traction monophasées — *Elmlund, H., et Wikman, C. G.*

ASEA-Revue 32 (1960):1, pág. 15-20.

C. D. U. 621.316.923

Le nouveau coupe-circuit NH, taille 00, avec caractéristique de réponse mixte lente/rapid — *Gerhard Lang.*

Revue Siemens 18, 1960, pág. 294-297; 7 fig.

C. D. U. 621.316.932

Two-stag Arc Quenching in High-voltage Switching Stations up to 30 kV — *Friedrich Meyer.*

Siemens Review 18, 1961, pág. 26-27; 3 fig., bibliog.

C. D. U. 621.316.933

Nouveau parafoudre à chute cathodique H 420 n de hauteur réduite et à grand pouvoir de décharge — *Helmut Troger.*

Revue Siemens 18, 1960, pág. 298-299; 2 fig., 2 quadros.

C. D. U. 621.316.933.6 : 621.394 : 62.395

A new three-electrode gas-filled telecommunications line protector — *R. D. Jones.*

Engineering Review A E I, 5-960, vol. 1, n.° 1 pág. 10-17.

C. D. U. 621.317.333.8

Essais concernant la tenue de l'isolation en présence de surtensions de manœuvres — *Gänger, B. et Hosemann.*

Rev. Brown Boveri, t. 46 (1959), n.° 5, p. 279 à 287; 6 fig., 1 tabl., 4 ref. bibliogr.

C. D. U. 621.335

Problémes soulevés par la conception d'engins moteurs poly-courants — *M. J. J. Jonker.*

Bulletin de l'A L. du Congrès des Chemins de fer, 11-959, vol. 36, n.° 11, pág. 1059-1085.

C. D. U. 621.34 : 621.31.004.1 (469)

Análise de alguns aspectos da evolução do consumo de energia eléctrica para usos domésticos em Portugal durante os anos de 1949 a 1958 — *Eduardo M. da Costa Simas.*

Electricidade, 4-6-960, n.° 14, pág. 197-208.

C. D. U. 621.382 : 621.372.5 : 538.65

Transistorised Magnetostrictive Delay-Line Stores — *H. A. Showell, C. W. M. Barrow, R. E. Collis.*

Engineering Review AEI, 5-960, vol. 1, n.° 2, pág. 58-67.

C. D. U. 621.382 : 621.376.32 : 621.317.79

The design and performance of a Hall-effect multiplier — *R. P. Chasmar, E. Cohen, D. P. Holmes.*

Engineering Review AEI, 9-960, vol. 1, n.° 3, pág. 130-135.

C. D. U. 621.385.832 : 621.397

110° Deflection in Picture Tubes — *B. Fischer und H. Lutz.*

SEL-Nachr, 7 (1959), Nr. 1, pág. 41-45.

C. D. U. 621.385.832.085.3 : 681.84.083.8 : 681.84.087.7

Novel Indicator Tube for Stereo Tape Recorders — *A. Lieb.*

SEL-Nachr, 8 (1960), No. 2, pág, 52-54.

C. D. U. 621.391

Automatische Zeichenerkennung — *Steinbuch, K.*

SEL-Nachr, 6 (1958), H. 3, S. 127-143.

C. D. U. 621.394.72 : 621.394.332

Eine Fernschreibanlage mit halbautomatischer Lochstreifenübertragung — *Müler, H.*

SEL-Nachr, 6 (1958), H. 4, S. 175-180.

C. D. U. 621.395.2

New Home Telephone Type ASSISTENT — *R. Beith and J. Hofer.*

SEL-Nachr. 8 (1960), No. 1, pág. 46-48.

C. D. U. 621.395.22 : 621.395.623.7

Loudspeaking Intercommunication System DIRIGENT — *R. Bayer and H. U. Knauer.*

SEL-Nachr, 8 (1960), No, pág. 20-23.

C. D. U. 621.395.26 : 624.97 : 621.397 (43-2,5)

The Telephone Exchange of Stuttgart Television Tower — *E. PreiBler.*

SEL-Machr. 7, 1959, n.° 1, pág. 52-53.

C. D. U. 621.395.3 : 656.254.5

Electronically Controlled Dispatcher Telephone System for Railroads — *Leo Luedtke.*

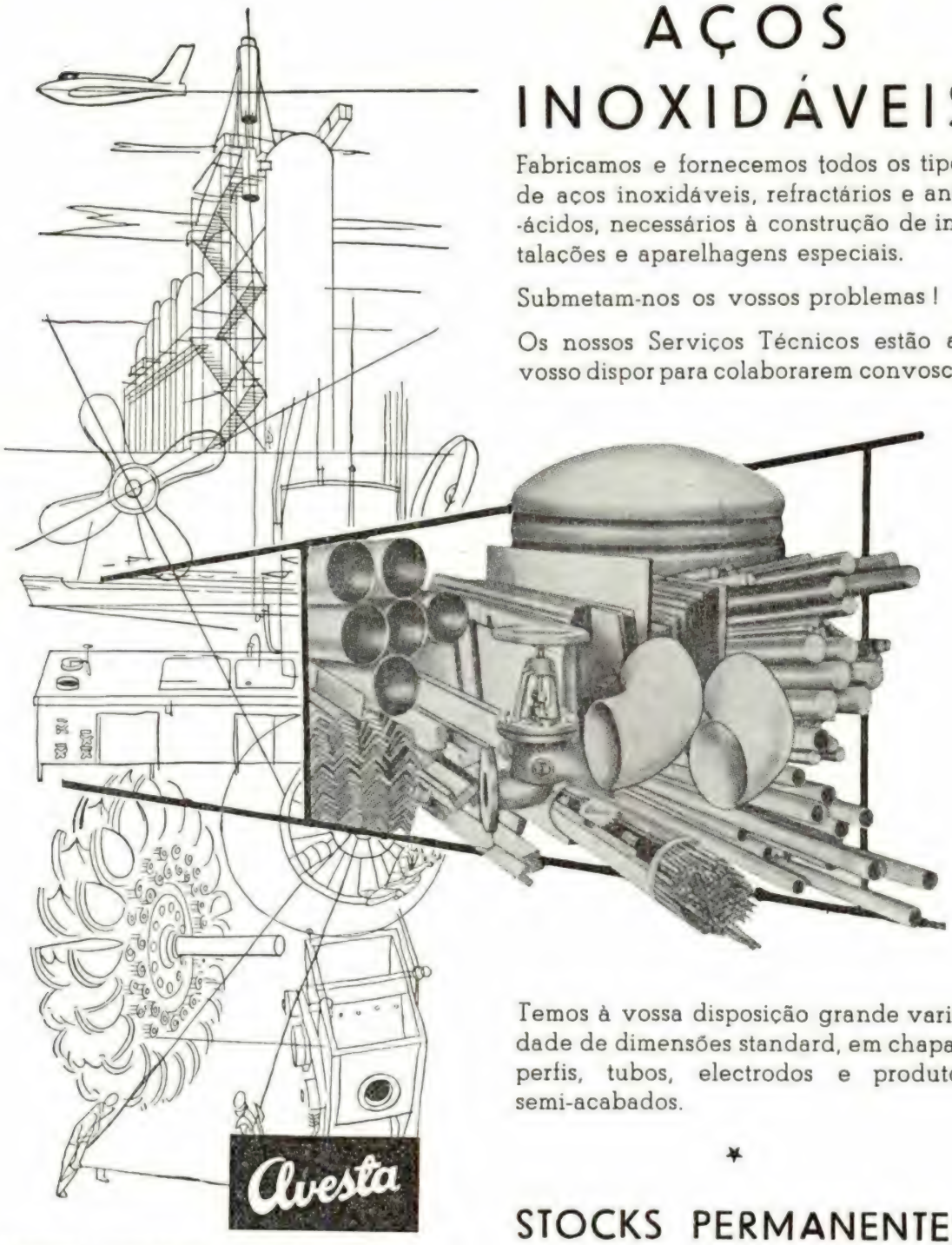
Siemens Review 27, 1960, pág. 67-68; 1 fig.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 47961 — 47993 — 47997

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

C. D. U. 621.395.33 : 622

Underground CB Manual Exchange — *P. Sandner.*
SEL-Nachr. 7, 1959, n.º 2, pág. 75-79.

C. D. U. 621.395.34 : 621.395.635.4

Multi-frequency Signal Repeaters for Offering and Clearing — *R. Ziegler.*
SEL-Nachr. 7, 1959, n.º 1, pág. 54-57.

C. D. U. 621.395.344 : 621.311

Neue Fernsprechanlagen mit Koordinatenschaltern für Energie-Versorgungs-Unternehmen — *Matthieu, J. und Schmidt, V.*
SEL-Nachr. 6, 1958, n º 4, pág. 181-188; 13 Abb., 15 Liter.

C. D. U. 621.395.344 : 621.394.723 + 74

Crossbar Type Concentrator for Telex Networks — *P. Finkbeiner.*
SEL-Nachr. 8, 1660, n.º 2, pág. 77-80.

C. D. U. 621.395.344 : 621.395 : 654.154.6

Cordless Hotel Exchange with Crossbar Switch — *M. Göller and R. Maier.*
SEL-Nachr. 8, 1960, n.º 1, pág. 42-45.

C. D. U. 621.395.344.6 : 654.191

Program Selection Equipment in Broadcasting Stations — *R. Maier.*
SEL-Nachr. 8, 1960, n.º 2, pág. 49-52.

C. D. U. 621 395.361

Un système d'identification partiellement électronique pour la tarification dans les installations à postes supplémentaires de grande capacité — *Kurt Fischer.*
Revue Siemens 18, 1960, pág. 278-281; 5 fig.

C. D. U. 621.396.963 : 621.396.969.3

Compression of Radar Signal Bandwidth by Storage Capacitors — *K. Jakelius.*
SEL-Nachr. 8, 1960, n.º 1, pág. 29-38.

C. D. U. 621.397.61.029.63

Television Transmitter for Band IV.
SEL-Nachr· 7, 1959, n.º 1, pág. 27.

C. D. U. 621.47

Estudo preliminar sobre Destilação Solar — *J. Laginha Serafim, A Salgado Prata.*
Electricidade, 10-12-959, n.º 12, pág. 405-417.

C. D. U. 621.65—83 : 629.138.5/6

(Queen Elizabeth Dry Dock) Electrical equipment for the new dock at Falmouth — *J. Mellers, H. C. Wright.*
Engineering Review AEI, 5-960, vol. 1, n.º 2, pág. 50-57.

C. D. U. 621.741.2

Tin effect on structure and properties of flake and nodular graphite cast irons — *E. C. Ellwood.*
Modern Castings, 7-959, vol. 36, n.º 1, pág. 73-80.

C. D. U. 621.742.42

How to avoide sand segregation.
Modern Castings, 7-959, vol. 36, n.º 1, pág. 62-70.

C. D. U. 621.743.32

Core boxes for Shell cores — *J. E. Stock.*
Modern Castings, 7-959, vol. 36, n.º 1, pág. 71-72.

C. D. U. 621.782/5 : 621.822.8

Britain's first fully automatic heat treatment line.
Engineering Review AEI, 5-960, vol. 1, n.º 4, pág. 173-177

C. D. U. 621.785.39 : 621.771.3

Electrical Wire-annealing and Patenting Equipment — *Ulrich Kentner.*
Siemens Review 27, 1960, pág. 54-56; 5 fig.

C. D. U. 621.791.735 : 621.314

Appréciation comparative des sources de courant du soudage électrique à l'arc — *Ernst Holtey.*
Revue Siemens 18, 1960, pág. 284-288; 6 fig. 2 tab., bibliografia.

C. D. U. 621.833 : 338.45

Gearing Manufacture and Design — *R. J. Hayes.*
Engineering Review AEI, 5-960, vol. 1, n.º 1pág. 34-39.

C. D. U. 621.873—83

Equipments électriques d'engins de levage avec convertisseur de fréquence — *Pflüger, M. E.*
Rev. Brown Boveri, t. 46, 1959, n.º 8, pág. 450-453; 3 figuras.

C. D. U. 622.124.6 : 622.24.05 : 622.243

Diesel Electric oil drilling barges — *M. J. Harris*
Engiaeering Review AEI, 9-960, vol. 1, n.º 3, pág. 98-103

C. D. U. 624.012.45 – 07

Os modernos conceitos europeus de cálculo do betão armado — *Francisco Correia de Araújo.*
Revista da Faculdade de Engenharia, Porto, 7-12-960, pág. 83-117.

C. D. U. 624.012.45 – 072.3

La flexión y los esfuerzos cortantes en el hormigón armado — *Alfredo Paez.*
Informes de la Construcción, 12-960, n.º 126, pág. 14.

C. D. U. 624.132 : 621.879

Canadian Roadbuilding goes heavy — *Ray Day.*
Excavating Engineer, 1-961, vol. 55, n.º 1, pág. 8-13

Aglomerado Negro de Cortiça

... o isolante mundialmente preferido

na construção moderna.

ISOLAMENTOS

TÉRMICOS · ACÚSTICOS E VIBRÁTICOS

ISOLA

SOC. COM. de ISOLAMENTOS de CORTIÇA, LDA.
Av. António Augusto de Aguiar, 17 - Lisboa
TEL: 47824-41697

Oficina e Laboratórios

do

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDES, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO de ELECTROTECNICA, fornecem todo o género de material escolar de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA-ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público.

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

SAXBY

CARROS ELEVADORES TRANSPALETTES
para todos os tipos de mercadorias e materiais

Representantes em Portugal:

AZEVEDO & PESSI, L.DA

Rua Nova do Almada, 46 LISBOA-2
Telefones: 2 03 54 — 2 36 36

C. D. U. 624.157.1.014

Applications modernes des palplanches métalliques — *L. Descans.*

Acier—Stahl—Steel, 3-961, vol. 26, n.º 3, pág. 113-122.

C. D. U. 624.21.074

Ponte de Serviço de Bemposta (Douro Internacional) — *A. Álvares Ribeiro.*

Engenharia, 7-960, n.º 27, pág. 1-30.

C. D. U. 624.5 — 07

Considérations sur le calcul des ponts suspendus — 1ère partie — *C. Gavarini.*

Acier—Stahl—Steel, 3-961, vol. 26, n.º 3, pág. 134-142.

C. D. U. 625.1/.6 (54)

A rede ferroviária da União Indiana — *Carlos de Brito Leal.*

Gazeta dos Caminhos de Ferro, 1-2-961, n.º 1755, pág. 433-435.

C. D. U. 625.11.004.68

Algumas sugestões e estudos para melhoramentos da E. F. Leopoldina — *Paulo de Queirós Mattoso.*

Rev. Clube Engenharia, 3-959, n.º 271, pág. 57-66

C. D. U. 625.42 (469)

O Metropolitano de Lisboa.

Binário, 14-11-959, n.º 14, pág. 1-8.

C. D. U. 625.42 : 624.193.2

A construção das estruturas das galerias do 1.º escalão do Metropolitano de Lisboa — *Fernando Brito Pereira.*

Binário, 11-959, n.º 14, pág. 9-16.

C. D. U. 625.84

Refuerzo y ensanche de firmes de hormigón — *S. Rocci.*

Informes de la Construción, 12-960, n.º 126.

C. D. U. 627.8.09 (81) (Salto-Funil)

Projecto do Aproveitamento do Salto-Funil no Rio Paraíba — *J. Laginha Serafim, F. M. Abecasis, A. F. Carrisso.*

Electricidade, 7-9-960, n.º 15, pág. 328-340.

C. D. U. 627.82.001.57

Problemas especiais de barragens de betão, estudados por meio de modelos — *Manuel Rocha, J. Laginha Serafim, M. C. Azevedo.*

Electricidade, 1-3-960, n.º 13, pág. 3-20.

C. D. U. 627.824.3 (81) (Três Marias)

A Barragem de Três Marias — *Mario Bhering, João Camilo Pena.*

Electricidade, 7-9-960, n.º 15, pág. 287-295.

C. D. U. 654.15 : 621.395.44

A new «Clearcall» audio frequency inductive loop communication system — *G. B. Miller.*

Engineering Review, 5-960, vol. 1, n.º 4, pág. 169-172.

C. D. U. 654.915 : 628.974.77 (456.32)

L'installation d'affichage lumineux pour le stade olympique de Rome — *Fritz Bürger et Richard Dammann.*

Revue Siemens 18 (1960) pág. 304-305, 1 fig.

C. D. U. 656.863 : 351.812 (43-2.4)

Die Rohrpostanlage der Bundesbahndirecktion-Frankfurt/Main.

SEL-Nachr. 6, 1958, n.º 4, pág. 189-190; 2 Ab.

C. D. U. 658.011 : 331.87 : 338.011

Productividade: conceitos e medidas — *J. M. G. Carreira Almeida.*

Economia e Finanças, 1960, vol. 28, pág. 81-101.

C. D. U. 666.81

Fabricación y utilización del yeso — *Zdènèk Nachtman.*

Materiales Maquinaria y metodo para la Construcción, 1958, n.º 8, pág. 173-177.

C. D. U. 678.743.22 029

Le boudinage du chlorure de polyuinyle plastifié en poudre seche — *F. Freinan.*

Industries des Plastiques Modernes, 1-959, vol. 11, n.º 1, pág. 25-27.

C. D. U. 678.744.335 (Altulite)

Les poudres à Mouler méthacryliques — Altulite — *F Lemasson.*

Industries des Plastiques Modernes, 6-960, vol. 12, n.º 5, pág. 28-32.

C. D. U. 681.14 : 621.318.122 : 621 . 315.592

Ferrite Cores and Switching Diodes for Data Processing — *C. Heck and H. Buri.*

SEL-Nachr. 8 (1960), n.º 1, pág. 39-40.

C. D. U. 681.142-523.8

Representation, Grouping and Processing of Information in Automatic Data Processing — *H. Zschekel.*

SEL-Nachr. 7 (1959), n.º 2, pág. 84-92.

C. D. U. 681.178.2

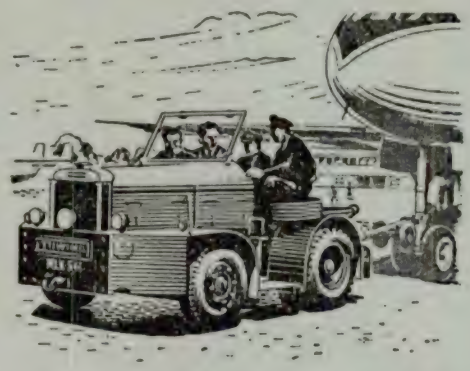
Novel Mail Handling Machines — *H. Grunewald and W. Koch.*

SEL-Nachr. 7 (1959), n.º 2, pág. 61-71.

C. D. U. 725.76 (46)

Motel el Hidalgo — *Antònio Lamela.*

Informes de la construcción, 11-960, n.º 126, pág. 12.



MERCURY

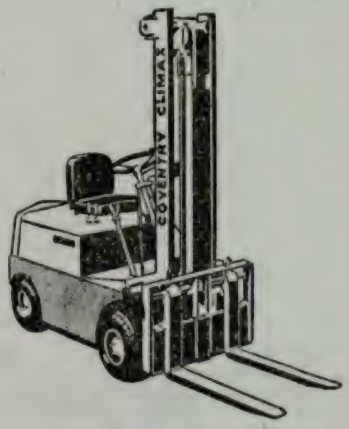
TRACTORES INDUSTRIAIS

Capacidades de reboque
até 300 Ton

COLES

GUINDASTES MÓVEIS

Capacidades até 60 Ton



Coventry Climax

EMPILHADORES

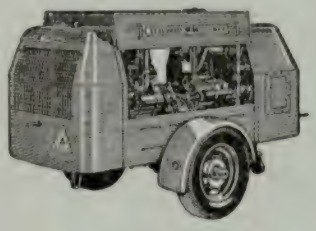
ELÉCTRICOS DIESEL GASOLINA

Capacidades até 3 Ton

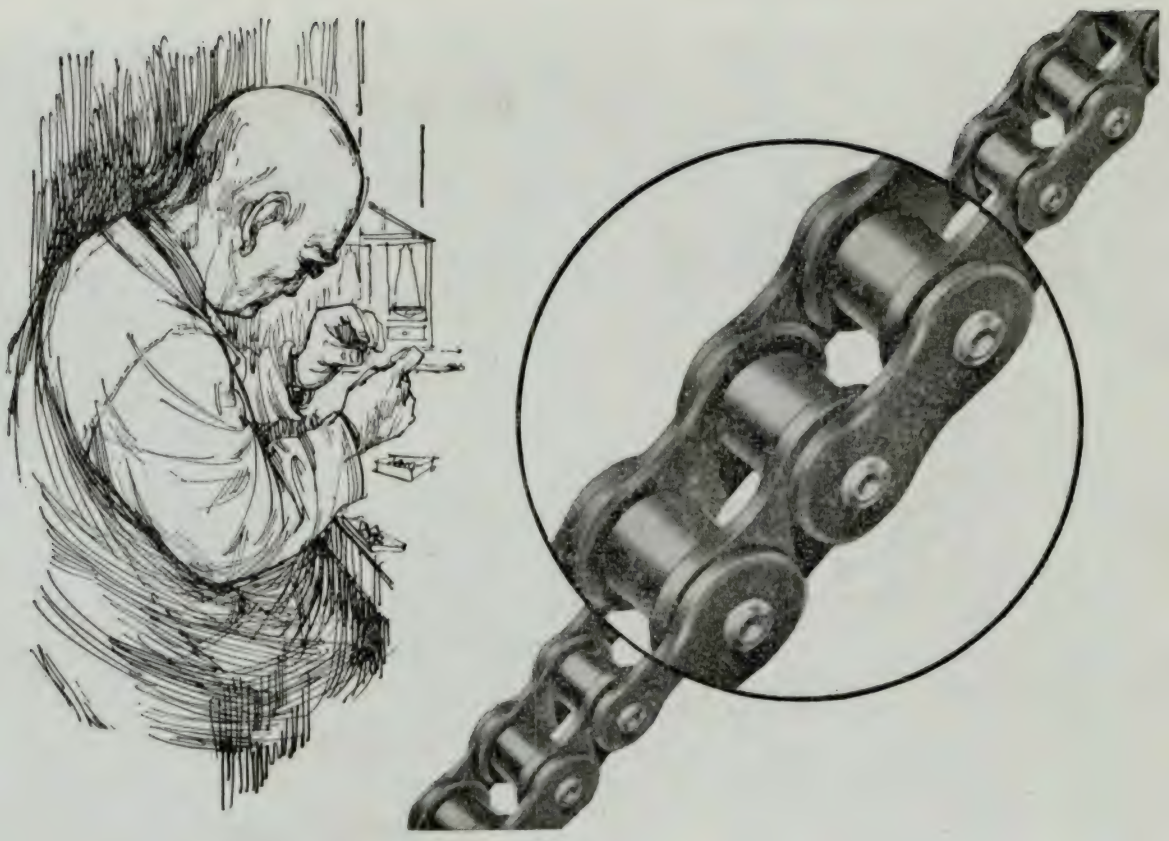
"BROOMWADE"

COMPRESSORES

PORTÁTEIS E FIXOS
ROTATIVOS E ALTERNATIVOS
E FERRAMENTAS PNEUMÁTICAS



GUEDES & ALMEIDA, LDA. • R. S. Nicolau, 71-4.º — Tel. 25080 • LISBOA 2



o que é QUALIDADE?

Como com as joias, a qualidade de uma corrente só pode avaliar-se, até certo ponto, por inspecção visual. A VERDADEIRA prova de qualidade de uma corrente reside no seu comportamento, segurança e duração em trabalho . . .

tudo simbolizado no nome

RENOLD

HARKER, SUMNER & C.ª, L.DA

38, Rua de Ceuta, 48
PORTO

14, Largo do Corpo Santo, 18
LISBOA

Shawnee Poole

MATBRO

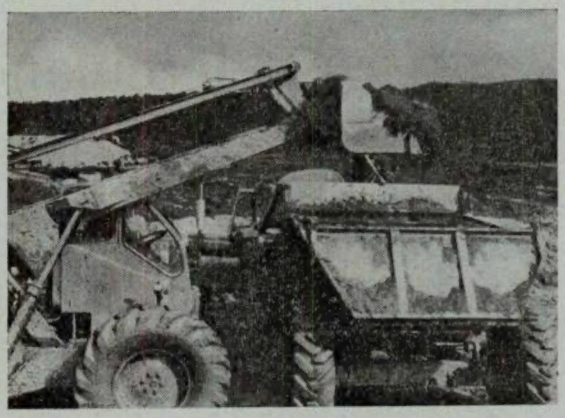
DUAS MÁQUINAS QUE SE COMPLETAM

Pás-carregadoras sobre pneus

— Modelos com tracção a 2 ou a 4 rodas
— Capacidade de carga até 3.000 LBS (1.360 Kg.)
— Baldes de 3/4 J. C. até 2 J. C.
— Elevação máxima do braço - 3,81 m
— Consumo de gasóleo — 2 Lts/h.
— Conversor de binário («Torque Converter») e direcção motorizada, a pedido

Veículos transportadores de terras

— Capacidade de carga — 10 toneladas (5,35 m3 — 7 J. C.)
— Caixa para rocha e alternativamente para terra
— Ângulo de viragem — 110°
— Consumo de gasóleo — 3,5/4 Lts/h.
— Economia de 50 % no custo total de cada trabalho



Entregas imediatas, salvo venda

As gravuras mostram dois aspectos da utilização de 1 veículo «SHAWNEE-POOLE» e de 1 pá-carregadora «MATBRO» - Modelo M/25» no Couto Mineiro da Bejanca pela empresa «*ESTANA — Fomento de Minas, Ld.ª*»

Peça uma demonstração gratuita ao representante exclusivo:

ESTABELECIMENTOS HEROLD, S. A. R. L.

Rua dos Fanqueiros, 278, 5.º — LISBOA 2

Telefones 2 42 21/2/3

Guia de Análise Química das Águas

(Potáveis, Minerais e para a Indústria)

POR

A. Herculano de Carvalho

Professor do Instituto Superior Técnico
e do Instituto de Hidrologia de Lisboa

PREÇO 90$00

Pedidos à «Técnica»

Desconto 10 % aos assinantes

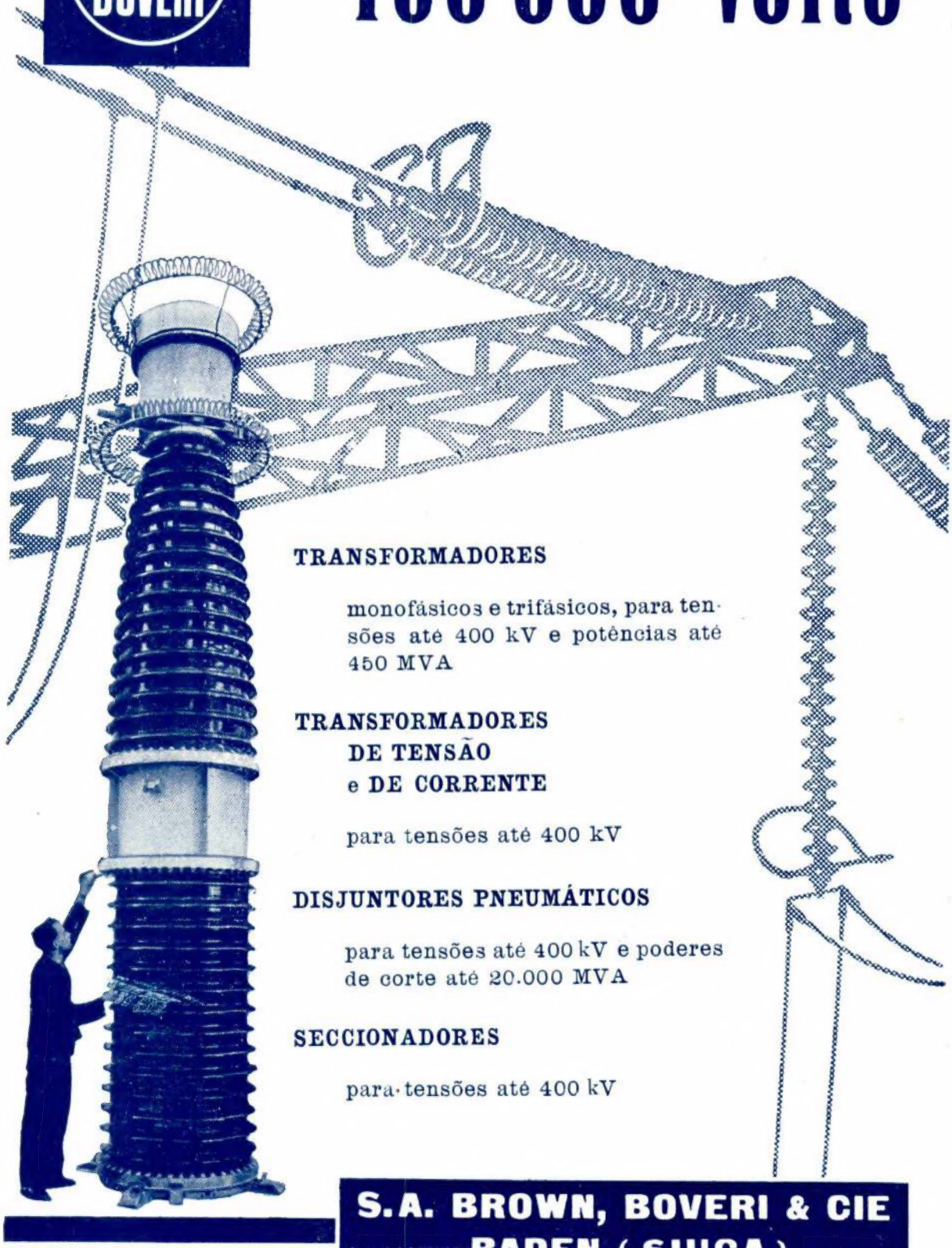
Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA

400 000 volts



TRANSFORMADORES

monofásicos e trifásicos, para tensões até 400 kV e potências até 450 MVA

TRANSFORMADORES DE TENSÃO e DE CORRENTE

para tensões até 400 kV

DISJUNTORES PNEUMÁTICOS

para tensões até 400 kV e poderes de corte até 20.000 MVA

SECCIONADORES

para tensões até 400 kV

85175·I

S.A. BROWN, BOVERI & CIE
BADEN (SUIÇA)

Representante em Portugal e Ultramar: Soc. de Elect. BROWN BOVERI, Ltda

Rua de Sá da Bandeira, 481, 2.º-D. — PORTO — Telef. 23411